

Technická univerzita v Liberci

FAKULTA PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ A PEDAGOGICKÁ

Katedra: Katedra tělesné výchovy a sportu
Studijní program: M7503 Učitelství pro základní školy
Studijní obor (kombinace): Učitelství občanské a tělesné výchovy pro 2. stupeň základní školy

**ÚROVEŇ TĚLESNÉHO ROZVOJE A AEROBNÍ
ZDATNOSTI PROFESIONÁLNÍCH ČLENŮ HORSKÉ
SLUŽBY ČR**

**THE LEVEL OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND
AEROBIC FITNESS OF PROFESSIONAL MOUNTAIN
RESCUE MEMBERS OF CZECH REPUBLIC**

Diplomová práce: 11– FP – KTV – 265

Podpis:

Autor:
Terezie Čančíková

Adresa:

Vedoucí práce: Mgr. Václav Bittner

Konzultant: PhDr. Jitka Josífková

Počet

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
65	0	11	15	26	2

V Liberci dne: 29. 4. 2011

Zadání

Zadání

Čestné prohlášení

Název práce: Název závěrečné práce dle zadání
Jméno a příjmení autora: Terezie Čančíková
Osobní číslo: P04000534

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil/a elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl/a jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne: 28. 4. 2001

Terezie Čančíková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Mgr. Václavu Bittnerovi za zájem, připomínky a především čas, který mi věnoval. Za vytvoření příjemného pracovního prostředí, pomoc, podporu a důvěru moc děkuji své rodině.

ÚROVEŇ TĚLESNÉHO ROZVOJE A AEROBNÍ ZDATNOSTI PROFESIONÁLNÍCH ČLENŮ HORSKÉ SLUŽBY ČR

Terezie Čančíková

Vedoucí DP: Mgr. Václav Bittner

Anotace

Hlavním cílem diplomové práce bylo vyhodnotit úroveň tělesného rozvoje a aerobní zdatnosti profesionálních členů Horské služby ČR pomocí laboratorních funkčních zátěžových zkoušek. U vybrané skupiny horských záchranářů bylo provedeno základní antropometrické vyšetření a spiroergometrický test do maxima na bicyklovém ergometru. Testovaný vzorek tvořili všichni tehdejší profesionální členové Horské služby ČR. Jednalo se o 61 mužů ve věku 26 – 61 let. Testování proběhlo v červnu až říjnu roku 2007.

Z výsledků je patrné, že zkoumaný soubor vykazuje nadprůměrné ukazatele tělesné zdatnosti a že její úroveň mírně klesá s rostoucím věkem záchranáře. Zátěžové zkoušky prokázaly, že většina testovaných jedinců je velmi dobře kondičně připravena. Na základě výsledků testů byla stanovena doporučení pro případnou standardizaci fyzických prověrek členů Horské služby ČR.

Klíčová slova: Horská služba, tělesný rozvoj, aerobní zdatnost, funkční zátěžové zkoušky

THE LEVEL OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND AEROBIC FITNESS OF PROFESSIONAL MOUNTAIN RESCUE MEMBERS OF THE CZECH REPUBLIC

Terezie Čančíková

Vedoucí DP: Mgr. Václav Bittner

Summary

The main target of the diploma work has been the evaluation of the physical development and aerobic efficiency of the professional Czech mountain rescue members using laboratory functional load tests. A selected group of the mountain rescue members was subjected to a basic antropometrical examination as well as to an up-to-maximum spiroergometrical test at the bicycle ergometer. The tested sample included all the then professional Czech mountain rescue members. It involved 61 men between 26 – 61 years. The testing proceeded from June to October 2007.

The results proved the above-average fitness indicators of the investigated group and a slowly decreasing fitness level with ageing of the rescuer. The load tests proved the major tested individuals were very well conditionally trained. On the basis of the test results there have been specified recommendations for a possible standardization of physical tests of the Czech mountain rescue members.

Keywords: mountain rescue members, physical development, aerobic fitness, functional load tests

DIE STUFE KÖRPERLICHER ENTWICKLUNG UND AEROBER TÜCHTIGKEIT DER BERUFLICHEN BERGRETTUNGSDIENSTMITGLIEDER DER TSCHECHISCHEN REPUBLIK

Terezie Čančíková

Vedoucí DP: Mgr. Václav Bittner

Anmerkung

Die Hauptaufgabe dieser Diplomarbeit wurde die Auswertung der physischen Entwicklung und aerober Wirksamkeit bei beruflichen Bergrettungsdienstmitglieder der TschR unter Anwendung der Funktionslaborbelastungsprüfungen. Bei der ausgewählten Gruppe wurden die grundlegende antropometrische Untersuchung und maximal spiroergometrischer Test auf dem Farradergometer durchgeführt. Die Probegruppe hat alle damalige tschechische berufliche Bergrettungsdienstmitglieder einbezogen. Es handelte sich um 61 Männer im Alter vom 26 bis 61 Jahren. Die Prüfung wurde im Juni bis Oktober 2007 durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Testgruppe außergewöhnliche Kennzahlen der körperlichen Tüchtigkeit mit leicht rückgänglicher Höhe infolge steigendes Alters aufweist. Die Belastungsprüfungen zeigten, daß die Mehrheit der Testpersonen eine sehr gute Konditionsvorbereitung aufweist. Auf der Basis der Testergebnisse wurden die Empfehlungen für mögliche Standardisierung der physischen Überprüfungen der Bergrettungsdienstmitglieder der TschR festgestellt.

Schlüsselwörter: Bergrettungsdienstmitglieder, Körperlicher Entwicklung, Aerober Tüchtigkeit

OBSAH

Úvod	10
1 Syntéza poznatků	11
1.1 Horská služba České republiky	11
1.1.1 Historie a struktura HS	12
1.1.2 Činnost HS	14
1.1.3 Fyzická a zdravotní způsobilost členů HS	16
1.2 Tělesná zdatnost	17
1.2.1 Tělesný rozvoj	19
1.2.2 Aerobní zdatnost	23
1.3 Funkční zátěžové zkoušky	25
1.3.1 Struktura funkčních zátěžových zkoušek	25
1.3.2 Nejčastěji sledované parametry funkčních zátěžových zkoušek	29
1.3.3 Podmínky realizace funkčních zátěžových zkoušek	33
1.4 Zjišťování fyzické připravenosti vybraných záchranářských útvarů	35
1.4.1 Vyšetření fyzické připravenosti báňských záchranářů:	35
1.4.2 Vyšetření fyzické připravenosti hasičské záchranné služby	37
1.4.3 Shrnutí	39
2 Cíle práce	40
3 Metodika	41
3.1 Charakteristika souboru	41
3.2 Charakteristika použitých metod	43
3.2.1 Metodika určení tělesného rozvoje	43
3.2.2 Metodika funkčních zátěžových zkoušek	44
3.3 Podmínky testování	46
3.4 Statistické zpracování dat	47
4 Výsledky a diskuze	48
4.1 Tělesný rozvoj	48
4.2 Aerobní kapacita	52
4.2.1 Maximální výkon	52
4.2.2 Doba hlavní fáze testu	53
4.2.3 Maximální srdeční frekvence	55
4.2.4 Maximální minutová spotřeba kyslíku	55

4.2.5	Koncentrace krevního laktátu po zátěži	57
4.3	Porovnání výsledků s normami BZS	58
4.4	Souhrnná doporučení	59
5	Závěr	60
6	Seznam literatury	62
7	Přílohy	65

Seznam zkratek

ANP	Anaerobní práh
BIA	Bioelektrická impedanční analýza
BMI	Body mast index
BZS	Báňská záchranná služba
ČR	Česká republika
DEXA	Dual energy X-ray absorptiometry
EKG	Elektroardiograf
HSČR	Horská služba České republiky
IZS	Integrovaný záchranný systém
KTV	Katedra tělesné výchovy
LA	Laktát
PF	Pedagogická fakulta
pH	Záporný dekadický logaritmus číselné hodnoty koncentrace vodíkových iontů v roztoku (Power of hydrogen)
SLAB	Laboratoř sportovní motoriky KTV FP TUL
SF	srdeční frekvence
TUL	Technická univerzita v Liberci
VC	Vitální kapacita
VE	Minutová ventilace
WHR	Index centrální obezity (Waist Hip Ratio)
VOTZ	Výkonově orientovaná tělesná zdatnost
ZOTZ	Zdravotně orientovaná tělesná zdatnost

Úvod

Horská služba ČR je záchrannou organizací, která patří do integrovaného záchranného systému. Zajišťuje nutnou první pomoc v horských oblastech po celé České republice. Práce záchranářů horské služby je zajímavá a také velmi náročná po psychické i fyzické stránce. Mezi jejich hlavní úkoly patří zejména organizování záchranných a pátracích akcí a zajištění ošetření a transport raněných v mnohdy exponovaném horském terénu.

Dobrá fyzická kondice je vedle teoretických znalostí a orientace v terénu jedním z nejdůležitějších požadavků na schopnosti horského záchranáře. Současně však neexistuje jednotná metodika, jak kondiční připravenost členů horské služby testovat. Každá horská oblast testuje své záchranáře jinými terénními testy s různými hodnotícími kritérii. Aby bylo možné v budoucnu vytvořit jednotnou metodiku testování fyzických schopností členů HS, bylo potřeba nejprve zmapovat, jaké jsou fyzické předpoklady této skupiny záchranářů. Proto jsem si ve své diplomové práci dala za úkol zjistit úroveň tělesného rozvoje a aerobní zdatnosti profesionálních členů horské služby HS.

Pro zajištění standardních podmínek jsem využila možností Laboratoře sportovní motoriky při Fakultě přírodovědně – humanitní a pedagogické na Technické univerzitě v Liberci, kde všichni profesionální členové HS podstoupili funkční zátěžové vyšetření. Ve své práci se nejprve věnuji popisu činnosti horské služby a vymezení pojmů somatického rozvoje a aerobní zdatnosti jednotlivce. Na základě rozboru výsledků laboratorních vyšetření jiných složek IZS pak stanovuji způsob funkčních zátěžových zkoušek u členů HS. Z jejich výsledků vyvozují praktická doporučení pro sledování fyzické připravenosti horských záchranářů.

Toto téma jsem si vybrala, protože mě zajímá činnost Horské služby ČR a kondiční připravenost jejích členů. Práce na tomto tématu mi dává možnost lépe nahlédnout do problematiky, a tím si rozšířit své vědomosti. Současně věřím, že výsledky obsažené v mé práci budou odrazovým můstkem pro případnou standardizaci zátěžových testů a stanovení jednotných kritérií fyzické připravenosti všech členů HS.

1 Syntéza poznatků

1.1 Horská služba České republiky

Horská služba ČR se specializuje na organizování a provádění záchranných nebo pátracích akcí v horách. Zde zajišťuje první pomoc a transport raněných. Svojí činností se snaží zajistit bezpečnostní podmínky pro návštěvníky hor. Provozuje chod záchranných a ohlašovacích stanic, instaluje a udržuje informační a záchranné systémy. Zabývá se vydáváním informačních materiálů, letáků a brožur o bezpečném pobytu v horách, o sněhových a povětrnostních podmínkách a taktéž o možných omezeních pohybu v určitých částech horských oblastí.

Horská služba působí ve všech našich horských oblastech. Své stanice má v Krkonoších, Jizerských horách, na Šumavě, v Krušných horách, Orlických horách, v Jeseníkách a v Beskydech (HSČR, 2011).



Obrázek 1. Znak horské služby ČR

Pramen: www.hscr.cz

1.1.1 Historie a struktura HSČR

Život člověka je úzce spjat s přírodou. Touha poznávat stále nové obzory jej dovedla k hlubšímu poznávání neznámých hor, což sebou přineslo i první oběti. Tito lidé byli většinou lovci, bylinkáři a hledači zlata, kteří, jelikož neznali tamní terén a prostředí, zabloudili a zahynuli.

Když člověk zjistil, jaký přínos se mu v horském prostředí nabízí, začal využívat hor ke svému prospěchu. Dostává se v horském prostředí čím dál výš a začíná si zde také stavět vlastní obydlí. Musí brát zřetel na život v horách, který je velmi tvrdý, jak klimaticky tak prostředím. Změny počasí tamním lidem znepříjemňovali život a právě na tyto podmínky si museli zvyknout.

Lidé začali navštěvovat hory nejen v létě, ale i v zimě. Protože hory samotné dobře neznají, obracejí se na obyvatele a znalce, aby je provedli neznámými místy pohoří. Z tohoto důvodu v roce 1850 vzniká koncesovaná služba průvodců a nosičů s dobrou znalostí první pomoci (HSČR, 2011).

První organizovaná záchranná akce byla uskutečněna v zimě roku 1900 v Krkonoších. 24. března roku 1913, v Krkonoších při závodě zahynuli v běhu na lyžích na 50km ve sněhové bouři Bohumil Hanč a Václav Vrbata.

Vrbata se z posledních sil snažil poskytnout kamarádovi pomoc poskytnutím částí svého oděvu i přes riziko nasazení vlastního života. To bylo vyhodnoceno jako základní čin v pomoci člověka člověku v horách. Od té doby se 24. března slaví jako den Horské služby ČR.

Veliký rozvoj lyžařství nastal po první světové válce. To mělo za následek zvýšení počtu návštěvníků českých hor a s tím spojené i větší riziko úrazovosti a nehodovosti. V takovýchto případech zde byli od pradávna proškolení hasiči samotnými lékaři, aby byli schopni poskytnout adekvátní první pomoc v horách. Postupem času se k hasičům začali přidávat členové místních spolků zimních sportů a také místní obyvatelé, kteří hory velice dobře znali. Jejich jediná nevýhoda byla, že nebyli jednotně vedeni.

V roce 1934 byl v Krkonoších založen samostatný záchranný sbor o šesti oddílech. Následně poté byla 12. května 1935 založena jednotná organizace Horské služby v Krkonoších. Bylo stanoveno pět stanic a jejich předseda byl okresní hejtman. Nedostatek materiálního vybavení byl nahrazen velikou obětavostí, skromností a nasazením členů Horské služby (HSČR, 2011).

Za druhé světové války bylo zakázáno jméno Horská služba. Pracovně byla Horská služba vedena dále i za okupace. V roce 1945, v září, mohla opět Horská služba v Krkonoších pokračovat ve své činnosti. S obnovou činnosti HS v Krkonoších začaly vznikat služebny i v jiných horských střediscích v ČR (HSČR, 2011).

Roku 1950 byl usnesen aktiv dobrovolných pracovníků Horské služby a požádal o zařazení do státního výboru Tělovýchovy a sportu v Praze. V téže roce byly také schváleny stanovy. Dne 1. 12. 1954 dochází ke sjednocení Horské záchranné služby a Tatranské horské služby a byla stanovena Horská služba s celostátní působností. To platilo až do rozdělení České a Slovenské republiky dne 31. 12. 1992 (HSČR, 2011).

Během let byly vytvořeny oblastní komise, jejichž úkolem bylo působit v jednotlivých horských oblastech ČR. Zde začíná velký rozvoj horské služby. V roce 1957 došlo ke vzniku Československého svazu tělesné výchovy, do kterého patří i HSČR. Velikým přínosem bylo zavedení mezinárodního značení sjezdových tratí a cest, rozmístění SOS telefonů a radiostanic. V roce 1967 poprvé začala horská služba využívat sněžné skútry. Postupem času se modernizovaly a budovaly další stanice HS. V současnosti je jednou z nejlépe vybavených horských služeb ve východní Evropě (ČČK, 2011).

Od roku 1990 se Horská služba ČR stává profesionální organizací. Do této doby tato organizace více méně vykonávala svou činnost jako příspěvková organizace. V roce 2001 vzniká občanské sdružení HS a je převážnou většinou financována z resortu Ministerstva zdravotnictví ČR.

V roce 2004 vládním usnesením bylo rozhodnuto, že HSČR bude nadále spadat pod resort Ministerstva pro místní rozvoj za účelem podpory cestovního ruchu. Od roku 2005 se horská služba stává obecně prospěšnou společností: Horská služba ČR (ČČK, 2011).

Horská služba ČR má v současné době cca 600 členů z toho 55 profesionálů. Na zimu se jejich počet zvyšuje a zbytek je tvořen dobrovolníky. Dobrovolných členů je zhruba 545. Noví zájemci (tzv. čekatelé), kteří se hlásí k HS, musí podstoupit letní a zimní školu horské služby. Jsou zde teoreticky a prakticky vyškoleni pro svoji práci v terénu. Na začátku vždy plní vstupní testy, kdy se ověřuje způsobilost a fyzická kondice budoucích záchranářů. Při úspěšném absolvování závěrečných zkoušek jsou přijati mezi členy HS. Z nich pak jsou vybíráni profesionální členové (ČČK, 2011).

Zaměstnanci HSČR tedy vykonávají své zaměstnání jako záchranáři v horském terénu. Postupem času jsou školeni na součinnost s vrtulníkem a další specializované úkony. Jejich úkolem je také držet čtyřadvacetihodinovou pohotovost na centrální stanici HS v dané oblasti. Dobrovolní členové chodí do služeb o víkendech a případně asistují při velkých záchranných akcích (laviny, pátrací činnost). Na zimu je z jejich řad vybírán určitý počet sezónních zaměstnanců. Důvodem je nárůst návštěvníku horských oblastí a středisek v těchto měsících a s tím spojená vyšší úrazovost (ČČK, 2011).

1.1.2 Činnost HS

Horská služba ČR se věnuje širokému spektru aktivit, které mají však jeden cíl, ochránit zdraví a životy lidí, kteří se pohybují v horském terénu. Při své činnosti zejména:

- organizuje a provádí záchranné a pátrací akce v horském terénu,
- poskytuje první pomoc a zajišťuje transport zraněných,
- vytváří podmínky pro bezpečnost návštěvníků hor,
- zajišťuje provoz záchranných a ohlašovacích stanic HS,
- provádí instalaci a údržbu výstražných a informačních zařízení,
- spolupracuje při vydávání a rozšiřování preventivně-bezpečnostních materiálů,
- informuje veřejnost o povětrnostních a sněhových podmínkách na horách a opatřeních HS k zajištění bezpečnosti na horách,
- spolupracuje s orgány veřejné správy, ochrany přírody a životního prostředí a jinými orgány a organizacemi,
- sleduje úrazovost a provádí rozbor příčin úrazů na horách, navrhuje a doporučuje opatření k jejímu snížení,

- provádí hlídkovou činnost na hřebenech, sjezdových tratích, pohotovostní službu na stanicích a domech HS,
- provádí lavinová pozorování,
- připravuje a školí své členy a čekatele,
- spolupracuje s ostatními záchrannými organizacemi doma i v zahraničí (MMR, 2011).

Obecně lze tedy působení horské služby rozdělit do dvou směrů. Jednak je to preventivní činnost úrazovosti v horských oblastech a potom vlastní záchrana lidského zdraví a života. Úspěšnost záchranné akce je pak závislá na rychlosti a odbornosti nasazeného týmu. Proto členové horské služby musí mít široké spektrum teoretických znalostí a dobrou fyzickou kondici.

V současnosti usnadňuje záchranářům jejich práci celá řada technických prostředků, včetně dopravních. K transportu raněného využívají nejen sněžných skútrů, ale i sanitních vozů nebo dokonce vrtulníku. Mohlo by se tedy zdát, že fyzická kondice není potřeba. Opak je pravdou. Pohyb v horském terénu vždy neumožňuje využít moderní techniku. Hlavně však vyhledání, ošetření nebo transport zraněného bude vždy manuální prací, která mnohdy trvá celé hodiny.

Vedení HSCŘ si je toho vědomo, proto dobrou kondiční připravenost na svých členech vyžaduje a pravidelně ji kontroluje. Výsledkem je, že tito záchranáři patří k nejlépe kondičně připraveným jedincům v celém IZS.



Obrázek 2. Ukázka aktivní činnosti Horské služby ČR

Pramen: www.hscr.cz

1.1.3 Fyzická a zdravotní způsobilost členů HSČR

Jak již bylo řečeno, povolání člena horské služby je velmi náročné. Bez dobré kondice a zdraví by nebylo možné v určitém časovém úseku a ve ztížených podmínkách dobře zvládnout záchrannou akci.

Záchranáři pracují v proměnlivých podmínkách, prostředí a klimatu s využitím všech prostředků, které má horská služba k dispozici. Přesto tím základním vybavením musí být jejich psychická odolnost, fyzická síla a vytrvalost.

Také proto členové HS absolvují, stejně jako lidé v jiných složkách IZS, pravidelné roční lékařské prohlídky. Při nich je tedy zhodnocen a pravidelně sledován jejich zdravotní stav. Jedná se o preventivní lékařskou prohlídku spojenou se zátěžovým testem. Metodika však není jednotně stanovena a záleží tedy pouze na vyšetřujícím lékaři, jak fyzickou zdatnost posuzuje. Výsledkem prohlídek je potvrzení o zdravotní způsobilosti jedince k výkonu povolání. **Zátěžové zkoušky tedy mají spíše zdravotně orientovaný než výkonnostní charakter.**

Ze stanov HSČR vyplývá, že jednou ročně jsou všichni horští záchranáři povinni podstoupit ve své domovské oblasti fyzické prověrky. Ty absolvují na kole nebo mohou běžet. V zimě lze plnit test kondiční připravenosti na skialpinistických lyžích. Profil a délku trati, stejně jako věkové limity (do 35 let, do 45 let, do 55 let, nad 55 let), stanoví metodik dané oblasti. Na celorepublikové úrovni tedy ani tyto terénní zkoušky nedovolí srovnat výkonnost všech členů HS a nelze z nich vyvozovat obecné závěry.

Aby bylo možné udělat si představu o fyzické připravenosti členů HSČR, bylo by vhodné alespoň u jejich profesionálních pracovníků provést jednotné laboratorní zátěžové vyšetření. Na základě zpracování výsledků by pak měla vzniknout doporučení pro sestavení požadavků na kondiční připravenost všech členů HS. Také by bylo vhodné vytvořit jednotnou metodiku fyzických prověrek.

Před plněním těchto cílů je třeba si položit otázku. Jakým způsobem ověřit **výkonově orientovanou tělesnou zdatnost (VOTZ)** člena horské služby? Jaké faktory ovlivňují jeho výkonnost při nasazení v akci? Vyjděme z následujícího předpokladu. Každý zodpovědný člen HS si je vědom, že jeho práce je fyzicky náročná a je zvyklý si

udržovat výkonnost pravidelnou fyzickou aktivitou. Lze ho tedy přirovnat minimálně k rekreačnímu sportovci.

Dále víme, že rozhodujícím faktorem výkonnosti při záchranných akcích je vytrvalost. Záchranář musí být schopen projít těžkým terénem na místo nehody a zde často celé hodiny aktivně působit. Oproti tomu podstupuje i intervalové výkony např. při manipulaci s pacientem. Maximální fyzická síla však nehraje zásadní roli. Členové HS jsou zvyklí pracovat v týmu a mají celou řadu technických prostředků, které při vyprošťování nebo transportu mohou použít. Umí např. sestavit kladkostroj nebo při přenosu pacientů mají k dispozici vždy alespoň lehátka s rukojetí nebo dokonce saně či vozíky (HSČR, 2011). Pokud navíc přihlídneme k typu fyzických prověrek, které horská služba dlouhodobě využívá a kterými simuluje podmínky při záchranných akcích, je možné usoudit, že základním faktorem fyzické výkonnosti záchranáře HS bude jeho **aerobní zdatnost**. Protože jak aerobní zdatnost, tak fyzická síla jsou ovlivněny mimo jiné i somatickými parametry jedince (Suchomel, 2006), měl by být doplňujícím faktorem při posuzování kondiční připravenosti člena HS jeho **tělesný rozvoj**. Tento úsudek podporují i dostupné výsledky funkčních zátěžových zkoušek jiných organizací IZS (viz. kap. 1.5).

1.2 Tělesná zdatnost

Vymezení pojmu tělesná zdatnost je zásadním, současně však obtížným úkolem této práce. Na její interpretaci pak závisí rozhodnutí, jak fyzickou připravenost profesionálních členů HS posuzovat.

Komeščík (1998) definuje tělesnou zdatnost jako celkovou schopnost organismu člověka optimálně reagovat na vykonávanou zátěž a vlivy vnějšího prostředí, výsledek nespecifické adaptace člověka vlivem rozličných pohybových podnětů.

Jinou definici nabízí Máček, Máčková (1998), kdy tělesnou zdatnost chápou jako tu schopnost organismu přiměřeně reagovat na všechny podněty z vnějšího prostředí. To zahrnuje nejen fyzikální podněty, jako je teplo a chlad, fyziologické jako schopnost boje či útěku před nebezpečím, ale současně i schopnost reakce na podněty z oblasti psychické a sociální. Zdatnost je pak podle nich dělena na tři složky:

1. *Schopnost maximálního výdeje energie aerobně nebo anaerobně.*
2. *Schopnost dokonale ovládat nervosvalovou koordinaci, sílu a techniku.*
3. *Schopnost kontrolovat psychické faktory, motivaci, taktiku.*

V moderním pojetí je tělesná zdatnost chápána buď jako kategorie odrážející výkon, v tom případě hovoříme o **výkonově orientované tělesné zdatnosti** (podmiňuje pohybové výkony ve sportovních případně pracovních specializacích), nebo pak jako **zdravotně orientovaná tělesná zdatnost**. Ta je definována jako zdatnost ovlivňující zdravotní stav působící preventivně na zdravotní problémy spojené s nízkou pohybovou aktivitou až nečinností (Bunc, 1995).

Podle Bunce (1995) tělesná zdatnost vyjadřuje stupeň rozvoje adaptačního potenciálu organismu na zátěž. V jeho důsledku pak dochází k optimalizaci tělesných funkcí při řešení vnějších úkolů spojených s pohybovým úkolem. Ke zvládnutí vnějších požadavků na jedince jsou pak kladeny menší nároky na organismus (např. zvládnutí uběhnutí určité distance na hladině nižší úrovni srdeční frekvence).

Optimální zdatnost je stále více chápána jako nezbytný předpoklad pro účelné fungování lidského organismu. Jde o výsledek dlouhodobého procesu postupné adaptace na zátěž z pohybové činnosti, který probíhá na základě fyziologických zákonitostí.

Úroveň ZOTZ bývá posuzována z hlediska těchto základních faktorů (Suchomel, 2006):

1. *Faktory strukturální* – hmotnost, výška, složení těla
2. *Faktory funkční*
 - a) kardiorepirační zdatnost (aerobní zdatnost)
 - b) svalová síla a vytrvalost (svalová zdatnost)
 - c) flexibilita (pohyblivost v kloubně-svalových jednotkách)
3. *Držení těla v základních posturálních polohách a kvalita základních pohybových stereotypů.*

Podle Suchomela (2006) jsou jednotlivé komponenty ZOTZ ve vzájemném vztahu a zejména tělesné složení (procento tělesného tuku) negativně ovlivňuje aerobní zdatnost. Proto při jejím určování je vhodné sledovat i tělesný rozvoj jedince.

Mezi faktory, které ovlivňují sportovní výkon a tedy i VOTZ podle Dovalila (2005) patří:

1. *Faktory somatické* – úroveň tělesného rozvoje
2. *Faktory kondiční* – soubor pohybových schopností (aerobní a anaerobní zdatnost)
 - a) silové schopnosti
 - b) rychlostní schopnosti
 - c) vytrvalostní schopnosti
3. *Faktory techniky*
4. *Faktory taktiky*
5. *Faktory psychické*

Zásah člena horské služby lze do jisté míry přirovnat ke sportovnímu výkonu. I když se nejedná o závodní činnost, všechny uvedené faktory VOTZ mají pro úspěšné poskytnutí první pomoci v horách svůj význam. Je velice těžké však posoudit, které z nich jsou rozhodující. Tímto problémem se tato diplomová práce nezabývá.

Ať už bude kondiční připravenost záchranáře HS posuzována z hlediska ZOTZ nebo VOTZ, vždy je nutné se zabývat jeho **tělesným rozvojem a aerobní zdatností**. To je v souladu, jak s výše uvedenými souvislostmi (kap. 1.1.3), tak se strukturou běžných, z preventivních důvodů prováděných funkčních zátěžových zkoušek (kap. 1.4). Proto se následující text podrobněji věnuje pouze těmto dvěma složkám tělesné zdatnosti.

1.2.1 Tělesný rozvoj

Pod pojmem tělesný rozvoj rozumíme soubor konstitučních znaků jedince, které jsou významným předpokladem jeho motorické výkonnosti. Mezi základní somatické ukazatele řadíme tělesnou výšku, hmotnost a tělesné složení. Zejména zastoupení tělesného tuku je důležitým strukturálním ukazatelem, protože má negativní vztah k aerobní zdatnosti (Suchomel, 2006). Množství a distribuce tělesného tuku je také potenciálním

rizikovým faktorem civilizačních onemocnění. K posouzení tělesného rozvoje se využívá celá řada metod.

Základní antropometrie

Jedním z nejvyžívanějších způsobů posouzení tělesného rozvoje je výškováhový index BMI. Je to poměr mezi tělesnou hmotností v kilogramech a druhou mocninou tělesné výšky v metrech. Můžeme s jeho pomocí stanovit doporučené rozmezí váhy na základě výšky, ale také pohlaví. Jeho „oblíbenost“ spočívá v jednoduchosti měření i vyhodnocení. Na druhou stranu je jeho hodnota ovlivněna řadou faktorů (rasa, sportovní zaměření, věk). Proto zejména u sportovců a dětí bývá doplňován o další charakteristiky. U dětí se doporučuje místo BMI využívat tzv. WHR index (Carter, 2002).

Tabulka 1. Hodnocení optimální hmotnosti podle BMI

BMI = m / v^2 (kg/m²)		
	MUŽI	ŽENY
Podváha	nižší než 20	nižší hodnoty než 19
Normální hmotnost	20-24,9	19-23,9
Nadváha (lehká obezita)	25-29,9	24-28,9
Obezita (středně těžká)	30-39,9	29-38,9
Obezita (morbidní)	vyšší než 40	vyšší než 39

Pramen: Upraveno podle Suchomel (2006)

Pro posouzení distribuce tuku v oblasti břicha a stehů se používá index centrální obezity neboli WHR index. Jak uvádí Carter (2002), je tento index nejužívanějším ukazatelem distribuce tuku v těle především díky své jednoduchosti. Určí se jako poměr obvodu pasu a obvodu boků v centimetrech. U žen by se toto číslo mělo pohybovat mezi 0,7 – 0,8 a u mužů pak v rozmezí 0,8 – 0,9. Index větší než 0,95 u mužů a 0,85 u žen značí centrální typ rozložení tuku, který je ze zdravotního hlediska rizikový.

Tělesné složení

Technicky složitější je určování tělesného složení. Zejména se jedná o určení tělesného tuku. Množství podkožního tuku lze určit tzv. kaliperací. K měření se používají dva typy kalibrů a metodiky jsou určeny pro dvě až deset kožních řas (Suchomel, 2006). Měření je citlivé na zručnost vyšetřující osoby a tedy náročné na zaškolení personálu (Hnízdil, 2003).

K určení celkového množství tělesného tuku se využívá zdlouhavé hydrostatické vážení nebo jiné, ovšem finančně velmi náročné, přístrojové metody. Současným zlatým standardem je pletyzmografie založená na principu denzitometrie (Cosmed USA, 2011). Další známou metodou je DEXA, která využívá rentgenové absorpciometrie (UJEP, 2005). I když s ní lze určit složení celého těla, nedovoluje vyšetřit rozměrnější nebo obézní jedince. Dalším problémem je expozice jedince dávkou rentgenového záření (Přidalová, 2005).

V neposlední řadě je třeba zmínit bioelektrickou impedanční analýzu (BIA). Při této metodě prochází tělem slabé elektrické proudění. Princip metody vychází z rozdílného šíření elektrického proudu nízké intenzity a vysoké frekvence v různých biologických strukturách. Měření je založeno na tom, že aktivní tělesná hmota je poměrně dobrý vodič, zatímco tuková tkáň funguje jako izolátor. Tuková tkáň obsahuje pouze přibližně 20% vody, a proto přes tento typ tkáně protéká jen velmi malý proud, což způsobuje, že má vysokou impedanci. Naopak svalová tkáň obsahuje až 75% vody a její impedance je tedy nízká. Využívá se zde multifrekvenční bio impedance o frekvencích 100, 50, 5 a 1 kHz (Přidalová, 2005).

Metoda bioelektrické impedance je velmi citlivá na míru hydratace organismu. Při měření jedince záleží také na termoregulaci a teplotě kůže. Výsledky může negativně ovlivnit také fyzická zátěž probíhající před měřením nebo nevhodný příjem tekutin a potravin. BIA je také velmi citlivá na vnější faktory jako je vlhkost či teplota místnosti, ve které se měření provádí (Přidalová, 2005; Riegerová, Ulbrichová, 1998). Lze jí považovat za dobrý kompromis mezi cenou a poskytovanou přesností rychlostí a bezpečností (viz. tab. 2).

Tabulka 2. Srovnání metod sloužících k odhadu tělesného složení

Metoda	Přesnost	Rychlost	Bezpečnost	Využitelnost
Pletyzmografie	*****	*****	*****	*****
Hydrostatické vážení	*****	*	***	**
DEXA	***	***	**	**
BIA	*	*****	***	*****
Kaliperace	*	***	*****	*****

Pramen: Úpraveno podle Cosmed (2011).

Vysvětlivky: Využitelnost – odkazuje na schopnost metody posoudit tělesné složení u širokého spektra obyvatelstva včetně starších osob, obézních, dětí a osob se zdravotním postižením.

Tělesná typologie

Tělesný rozvoj lze posuzovat i z hlediska tzv. tělesné typologie. Jako první se jí zabýval Hippokrates. Zakladatelem novodobé typologie se stal J. N. Hallé, který také založil francouzskou typologickou školu. J. N. Hallé rozděloval tělesnou typologii na čtyři základní typy – abdominální (břišní), muskulární (svalový), thorakální (hrudní) a kraniální (lebeční) typ. Mezi další představitele francouzské typologické školy patří L. Rostan a C. Sigaud. Po francouzské škole následovala škola italská, kterou založil A. de Giovani.

V současnosti máme několik druhů typologií, které byly stanoveny různými zakladateli. První je typologie podle Sigauda, který rozlišuje čtyři základní typy (dechový, zažívací, svalový a mozkový). Druhou typologií je typologie podle Kretschmera, kterého řadíme do německé typologické školy. Kretschmer rozděluje tělesnou typologii na tři typy (astenický, atletický a pyknický). Třetí je Sheldonova typologie, která odlišuje typologickou metodu od všech předchozích. Zavádí zde pojem „somatotyp“, což je podle něho „vztah morfologických komponent vyjádřený třemi čísly“. Sheldon stanovil tři komponenty (endomorfní, mezomorfní a ektomorfní). Každé komponentě přisoudil sedmibodovou stupnici. Ve výsledku je somatotyp vyjádřen trojčíslem, které ho charakterizuje. Výsledky se zaznamenávají do tzv. sférického trojúhelníku. Na Sheldonovy studie navázali někteří autoři Parnell, Heathová a Carter. Zařadili každého jedince na detailní stupnici somatografu. Protože toto dělení je dnes bráno jako standardní, uvádíme nyní jeho krátkou charakteristiku.

Endomorfní komponenta se vztahuje k množství tukové tkáně, tedy k relativní tloušťce a hubenosti jednotlivce. Typicky endomorfní jedinec se vyznačuje rozložitým, oblým tvarem těla. Má předpoklady pro vzpírání, pro zápas a vodní sporty. Má dobrý potenciál k nabírání svalstva, ale obtížně se zbavuje tuku.

Mezomorfní komponenta se vztahuje k relativnímu rozvoji kosterní a svalové soustavy vzhledem k tělesné výšce. Typický mezomorf je svalnatý typ se silnou kostrou, širokými rameny a úzkými boky. Jsou to většinou kulturisti, sprintéři nebo gymnasti.

Ektomorfní komponenta se vztahuje k relativní délce jednotlivých částí těla. Typicky se jedná o štíhlého a hubeného jedince, který má slabě vyvinuté svalstvo a slabou kostru. Má předpoklady pro vytrvalostní sporty, skok vysoký a basketbal (Vítek, 2011).

1.2.2 Aerobní zdatnost

Aerobní zdatnost se synonymy aerobní, kardiovaskulární, nebo kardiorespirační vytrvalost je pokládána za klíčovou složku zdravotně orientované zdatnosti. Její dostatečná úroveň redukuje rizika obezity, cukrovky, kardiorespiračních onemocnění a dalších zdravotních problémů (Suchomel, 2006). Fyziologickým podkladem je zapojování „pomalých“ svalových vláken a uplatnění oxidativního způsobu uspokojování energetických nároků (Hnízdil, 2003). Aerobní zdatnost zahrnuje mnoho důležitých orgánů a systémů a tvrdí se, že vypovídá o jejich stavu (zdraví) i o zdraví obecně (Dobry, 1998).

Dále, jak píše Grulichová (2008), aerobní zdatnost je kapacitou k provádění vytrvalostních výkonů závisících na aerobním metabolismu. Z hlediska fyziologického je definována jako schopnost dýchacího, srdečně-cévního a svalového systému přijmout, transportovat a využít kyslík během pohybového zatížení. V praxi se můžeme setkat s řadou termínů, které se používají ve stejném nebo podobném významu k označení této komponenty. Ta je pilířem zdravotně orientované zdatnosti. Např. kardiovaskulární zdatnost, kardiorespirační zdatnost, aerobní zdatnost, kardiorespirační vytrvalost, aerobní vytrvalost, obecná vytrvalost apod.

Aerobní zdatnost je pokládána za klíčovou složku tělesné zdatnosti, která je potřebná v každodenním životě. V řadě prací je přímo považována za klíčovou složku

zdravého životního stylu. Dostatečná úroveň aerobní zdatnosti redukuje rizika kardiovaskulárních onemocnění, obezity, cukrovky, některých forem rakoviny a dalších problémů v dospělosti. Navíc jedinci s vyšší aerobní kapacitou lépe snášejí vysoký stres přicházející z vnějšího prostředí. Rozvoj aerobní zdatnosti je pokládán za nejdůležitější součást kondičních programů, jak ze zdravotního hlediska, tak z důvodu jejího významu při účinném rozvoji dalších komponent tělesné zdatnosti. Motorickým základem je rozvoj vytrvalostních schopností.

Biologický základ aerobní zdatnosti spočívá ve schopnosti lidského organismu dodávat při déle trvajícím zatížení svalovým buňkám kyslík a živiny, odvádět zplodiny energetického metabolismu a odolávat jeho nepříznivým vlivům na změny vnitřního prostředí organismu. Fyziologickým podkladem je zapojování tmavých (červených, pomalých) svalových vláken při převažujícím uplatnění oxidativního způsobu úhrady vydané energie. Důležitá je efektivní souhra agonistů a antagonistů s důrazem na význam relaxace antagonistů. Na orgánové úrovni je aerobní zdatnost limitována funkční kapacitou oběhové a dýchací soustavy (Suchomel, 2006).

Aerobní zdatnost se rozvíjí vytrvalostním cvičením, které má určitý objem, intenzitu a frekvenci. Nejčastější metody používané pro rozvoj základní vytrvalosti jsou metody nepřerušovaného zatížení obsahující cvičení cyklického charakteru jako je chůze, běh, jízda na kole, veslování apod. Cílem vytrvalostního cvičení je vyvolání specifických adaptačních změn v organismu, které probíhají na úrovních srdečně-cévního systému, dýchacího systému, pohybového systému a metabolismu (Novosad, 2005).

Aerobní zdatnost se nejpřesněji hodnotí v laboratorních podmínkách na základě spiroergometrického vyšetření stupňovaným zátěžovým testem do maxima na běhátkovém nebo bicyklovém ergometru. Technicky, časově, personálně i finančně je toto vyšetření náročné, proto se pro hodnocení aerobní zdatnosti velkých souborů probandů využívají terénní motorické testy. Problematickým aspektem je však silná závislost výkonu na motivaci testovaných osob. Rozhodujícími parametry jsou maximální výkon, maximální spotřeba kyslíku VO_{2max} a maximální srdeční frekvence SF_{max} (Kasa, 2001).

Mezi testy vytrvalostních schopností patří ty, které jsou součástí testové baterie UNIFITTEST (6-60). Je to běh po dobu 12 minut, chůze na vzdálenost 2 km a vytrvalostní člunkový běh na 20 m. Dále jsou používány i testy testové baterie FITNESSGRAM, která

obsahuje tři alternativní testy k hodnocení aerobní kapacity organismu. Je to vytrvalostní člunkový běh, běh na 1 míli a od 13 let chůze na 1 míli (Suchomel, 2006). Další test, který lze použít, je Conconiho test. Ten určuje hodnotu anaerobního prahu. Test na cykloergometru, který je součástí testové baterie EUROFITTEST nebo například Ruffierův test (Hnízdil, 2003).

1.3 Funkční zátěžové zkoušky

Funkční zátěžové zkoušky představují jednu z forem stanovení tělesné zdatnosti. Testovaný jedinec je vystaven zpravidla stupňovité fyzické zátěži a pomocí laboratorních přístrojů je monitorována reakce jeho organismu na zatížení. V této kapitole uvádíme stručný přehled nejdůležitějších faktů o této formě diagnostiky.

1.3.1 Struktura funkčních zátěžových zkoušek

Laboratorní zátěžová diagnostika má svoji pevnou strukturu, která vychází z myšlenky preventivní kontroly zdraví člověka. Obecně ji lze rozdělit na tři níže popsané části.

Vstupní vyšetření

Povinnou součástí každé zátěžové zkoušky je vstupní vyšetření, jehož úkolem je zjištění způsobilosti vyšetřované osoby k následnému zátěžovému testu. Standardně je mu odebrána anamnéza (osobní, sportovní, zdravotní, rodinná, alergologická atd.). Současně je klient fyzikálně (pohledem, poslechem a pohmatem) vyšetřen.

Specializovaná vyšetření se neprovádí, pouze na vyžádání ošetřujícího lékaře. Jistě je dobré, pokud je dotyčnému v rámci prevence proveden rozbor krve. Krevní profil je jedním z nejdůležitějších ukazatelů rizikových faktorů civilizačních onemocnění (diabetes mellitus, kardiologická onemocnění atd.).

Centrem zájmu lékaře je posouzení celkového zdravotního stavu pacienta, ale u sportovně zaměřených preventivních prohlídek je vhodné se zaměřit zejména na

kardiorespirační a pohybový aparát. Pokud zdravotní stav jedince dovolí, lékař doporučí následné testování.

Antropometrické vyšetření

Dalším krokem je antropometrické vyšetření. Dotyčný je zvážen a je zjištěna jeho tělesná výška. Je mu stanoven BMI eventuelně WHR index. Standardně se také určuje procento tělesného tuku, a to obvykle metodou kaliperace nebo bioelektrickou impedancí.

Stanovení tělesného rozvoje bývá doplněno i o další charakteristiky, zejména posouzení správného držení těla a svalových dysbalancí. Je možné určit i somatotyp.

Zátěžový test

Laboratorní zátěžová vyšetření dělíme jednak podle typu ergometru, na kterém je test absolvován (bicyklový, běhátkový nebo rumpálový), ale také podle zátěžového protokolu. Rozhodující je pro jeho výběr důvod funkční zátěžové zkoušky.

Standardně se dělají zátěžové testy na bicyklovém ergometru. Zátěž bývá naprogramovatelná a brzdivá síla se aktuálně mění tak, aby testovaný podával v daném stupni zátěže stejný výkon bez ohledu na to, jak rychle šlape. Přesto se rychlost otáček doporučuje 60 – 90 za min. Čím rychleji šlape, tím menší zátěž překonává. Výhodou je možnost upevnění svodů EKG, tedy monitoring srdeční aktivity během zátěže.

Pro specializované sportovce, běžce se používá běhátkový ergometr. Stupně zátěže se mění volbou rychlosti pohybu pásu a jeho sklonu. Během testování se z technických důvodů neměří EKG a nezaznamenává se krevní tlak. Proto má význam spíše pro ověření VOTZ nikoliv jako preventivní test. Naměřené hodnoty bývají nižší než při stejném testu na bicyklovém ergometru. Důvodem je, že při běhu je zatíženo více svalových skupin než na bicyklovém ergometru. Nevýhoda testování na běhátku oproti bicyklové ergometrii je, že testovaná osoba má menší stabilitu. Při přerušení testu je zde riziko pádu a ztráty času z důvodu vypínání přístroje s umístěním vyšetřované osoby na jiné místo. Mezi další negativa patří vyšší pořizovací cena, větší rozměry a poměrně vysoká hluchost.

Základním testem aerobní zdatnosti je tzv. test **W170**. Patří k nejčastějším a nejužívanějším zátěžovým testům. Hodnotí se výkon ve wattech přepočítaný na kilogram

tělesné hmotnosti při tepové frekvenci 170 tepů za minutu. Stanovení indexu W_{170} je založeno na kladném lineárním vztahu mezi vzestupem intenzity zatížení a TF. Vyšetřovaný absolvuje minimálně tři 4-5 minut trvající stupně zatížení v ergostáze. V poslední minutě každého stupně změříme TF a zaneseme ji do souřadnicové sítě nebo uložíme do paměti počítače. Grafickým spojením nebo proložením či matematickým výpočtem podle regresní rovnice vznikne přímka protínající úroveň TF 170. min⁻¹. Spuštěním kolmice k ose x odečteme hodnotu W_{170} . Podobně lze určit i hodnoty W_{150} a W_{130} (Placheta et al., 1999). Výkon, kterého jedinec při W_{170} dosáhne, ukazuje míru tělesné zdatnosti. Villikus (2004) píše, že sportovec se nachází na stále stejné zátěži, při stále stejném výdeji energie a spotřebě kyslíku. Každý sportovec je rozdílný a má rozdílnou adaptaci na zátěž, proto bude každý dosahovat rovnováhy na jiné tepové frekvenci. To je dáno kapacitou kardiovaskulárního systému, kapacitou plic a především mírou trénovanosti.

Spiroergometrie je test, kdy se současně sledují ergometrické a spirometrické parametry testované osoby. Vyšetření má vysokou vypovídající hodnotu o aerobní zdatnosti jedince. Test je prováděn do maxima na běhátkovém nebo bicyklovém ergometru. Zátěž se zvyšuje postupně.

Nejprve se nechá dotyčný rozcvičit. Následně je jako první stupeň u nesportujících mužů nastavena zátěž cca 1 W.kg⁻¹ (cca 65-85 W), nesportující ženy cca 0,75 W.kg⁻¹ (cca 45- 60 W). Tento stupeň trvá přibližně 4-6 minut k dosažení rovnovážného stavu u pacienta. Další stupeň navazuje bez přestávky na první, u mužů činí přibližnou hodnotu: 1,5 W.kg⁻¹ (tj. asi 100 – 150 W), u žen 1,25 W.kg⁻¹, u žen 1,25 W.kg⁻¹ (asi 80 – 120 W), a to opět 4-6 minut. Intenzita zátěže na rozcvičení by měla být středně vysoká, aby nedošlo k únavě pacienta. Po skončení této submaximální fáze následuje obvykle dvouminutová pauza, kdy je testovaná osoba v klidu a nešlape. V pauze je zapotřebí se zeptat pacienta na pocity a na zvládání zátěže. Pro toto subjektivní hodnocení využijeme Borgovu stupnici (Villikus et al., 2004). Následuje test do maxima. Maximální stupeň zátěže by měl nastat mezi 5. a 6 minutou. Tehdy dochází k metabolickému i oběhovému maximálnímu vytížení. Jak píše Villikus (2004), doba, kdy by mělo být dosaženo maximální zátěže, by neměla být kratší než 3 minuty a ne delší než 8 minut. Pokud se tak nestane, byla počáteční zátěž nastavena nevhodně. To se může stát obvykle při prvním testování dotyčného jedince, kdy

nebyla správně ohodnocena jeho fyzická kondice. Snadno je možné pacienta podcenit nebo přecenit.



Obrázek 3. Ukázka spiroergometrického vyšetření

Převzato z: Vlastní zdroj

Kromě sledování okamžitého výkonu a kardiologických ukazatelů reakce organismu na zvyšovanou zátěž (SF a průběh EKG) se analyzují při spiroergometrii i vdechované a vydechované koncentrace O_2 a CO_2 . Při tomto se využívá analyzátorů výdechových plynů, které jsou součástí novodobých spirometrů. Ty kromě jiného určují i minutovou ventilaci plic a další spirometrické parametry (viz. níže). Za tímto účelem dýchá pacient při testu do masky (viz. obr. 3).

1.3.2 Nejčastěji sledované parametry funkčních zátěžových zkoušek

V následující kapitole uvádíme stručnou charakteristiku nejčastěji vyhodnocovaných parametrů funkčních zátěžových zkoušek (Zpracováno podle Villikus et al., 2004 a Placheta et al., 1999).

Výkon vztažený na kilogram tělesné hmotnosti – P ($W \cdot kg^{-1}$) se určuje při zatížení na bicyklovém, běhátkovém nebo rumpálovém ergometru. Při dávkování zátěže i interpretaci výsledků je třeba respektovat věk, pohlaví, hmotnost a u nemocných druh a stupeň závažnosti choroby. Podle publikovaných referenčních hodnot lze posoudit rozdílné hodnoty výkonu u mužů i žen různé hmotnosti v jednotlivých věkových kategoriích. Nomogram umožňuje určení tzv. „náležitého výkonu“ (75% maxima), kterého by mělo být dosaženo, aby byl test platný. Máme výkon pracovní, silový a rotační (Placheta & al., 1999).

Srdeční frekvence – SF (min^{-1}) označuje výsledek aktivity srdce, kdy se pohmatem (palpačně) na tepně zápěstí, vřetenní či spánkové stanovuje počet tepových vln jako projevu srdeční činnosti. Hodnota SF závisí na věku (u novorozence je okolo 120 tepů za minutu, u dospělého 70 tepů za minutu), dále na aktivitě sympatoadrenálního systému (zvyšuje SF nad 80 tepů za minutu) a parasympatiku (snižuje SF pod 60 tepů za minutu) (Kohlíková, 2004).

V zátěžové diagnostice je důležitá reakce srdeční frekvence na danou zátěž. Trénovaným jedincům roste s přibývajícím výkonem SF pomaleji než jedincům nezdatným. Naopak pokles SF po zátěži je u kondičně dobře připravených sportovců výrazně rychlejší než u nesportující populace. Významným vytrvalostním ukazatelem je

SF na konci páté minuty po maximální zátěži. Pokud se testovaný jedinec nedostane pod 120 tepů/min, lze jej označit nepřiměřenou reakcí na zátěž (Placheta et al., 1999).

Při funkčních zátěžových zkouškách je SF jedním z nejdůležitějších ukazatelů. Vyhodnocuje se např. adaptabilita srdečního rytmu na zátěž. Je prokázána vysoká míra korelace mezi aktuální srdeční frekvencí a minutovou spotřebou kyslíku, čehož se využívá v různých korelačních a regresních rovnicích. Důležitým parametrem je také maximální SF. Její hodnota s rostoucím věkem přirozeně klesá. Z ní se také vypočítávají tepová pásma (zóny), kterými lze kontrolovat intenzitu prováděné pohybové aktivity.

Ke sledování SF se využívají jednak snímače tepové frekvence, nebo ji lze odečíst ze záznamu EKG. Moderní počítačové systémy jí přímo na monitoru EKG vyznačují.

Velkou výhodou spiroergometrie je možnost sledovat v průběhu testu tzv. ventilační parametry. Všechny se měří přístrojem zvaný spirometr. Některé z nich nyní podrobněji rozebereme.

Vitální kapacita plic – VC (l) je ukazatelem funkčního objemu plic v klidových podmínkách. Může být ale ovlivněna předchozím výkonem. Při mírné intenzitě zatížení se díky zapracování dýchacích svalů (rozdýchání) může VC oproti klidové hodnotě zvýšit. Po středně intenzivní práci se prakticky nemění, ale po dlouhodobé vyčerpávající práci, při které dochází k únavě dýchacích svalů, může klesnout dokonce až na 60% výchozí hodnoty (Ladislava Havlíčková a kolektiv, 2007). Tento parametr je do značné míry geneticky podmíněný. Pravidelnou pohybovou aktivitou je však pozitivně ovlivnitelný.

Zajímavým ukazatelem je využití vitální kapacity plic při maximálním výkonu. Lze jej určit ze znalosti VC, ventilace a dechové frekvence. Využití VC v oblasti maximální zátěže se běžně pohybuje okolo 50 %. Je to způsobeno zvyšující se dechovou frekvencí neúměrně k nárůstu ventilace. Pokud využití VC klesne hluboko pod 50%, je vhodné, aby se sportovec zaměřil na nácvik správných dýchacích stereotypů. VC se měří v klidu ve stoje. Pacient má zacpaný nos a při výdechu se nepředklání (Placheta et al., 1999).

Minutová ventilace – VE l/min⁻¹ určuje množství vzduchu, které nadechneme a vydechneme během jedné minuty. V klidu u dospělého se pohybuje okolo 8 litrů za minutu. Dá se vypočítat vynásobením dechového objemu a dechové frekvence (Kohlíková, 2004). Je závislá na intenzitě konané práce. U krátkodobých výkonů při omezeném

dýchání se může zmenšovat dokonce až na nulu. VE se přizpůsobuje nejen potřebám zvýšeného přísunu kyslíku, ale především zvýšené koncentraci oxidu uhličitého a jeho potřebě vyloučení z organismu. V průběhu stupňovaného zatížení stoupá lineárně. (Ladislava Havlíčková a kolektiv, 2007).

Odlišnosti hodnot minutové plicní ventilace trénovaných od netrénovaných jedinců nejsou zřejmé při submaximální zátěži, pokud nejsou věkově velmi rozdílní. Čím je testovaná osoba starší, tím jsou hodnoty plicní ventilace vyšší. Tímto se snižuje ekonomika plicní ventilace, kterou způsobuje stárnutí člověka. Zdravé osoby nemají plicní ventilaci jako limitní faktor výkonu. Je-li osoba nemocná, může se plicní ventilace stát limitujícím faktorem.

Dechová frekvence – BF (min^{-1}) je množství vdechů za minutu. Klidová hodnota u dospělých činí asi 14-16 vdechů/min., u sportovců vlivem zvýšeného dechového objemu i méně než 10 vdechů/min. Maximální hodnoty dosahují až 60 vdechů/min (www.sportvital.cz).

Dechový objem – Vt (l) je minutová plicní ventilace vydělená dechovou frekvencí. Rozdíly jak u cvičící populace, tak necvičící populace jsou nepatrné, necvičící sportovci mají jen o málo vyšší hodnoty než cvičící jedinci. Podstatný rozdíl mezi cvičící a necvičící populace je v dechové frekvenci. Necvičící jedinci mají i při nižší intenzitě zatížení zvýšenou dechovou frekvenci oproti cvičícím sportovcům. To je dáno tím, že jsou dýchací svaly v krajních polohách více namáhány, kvůli překonávání velké změny nitrohrudního tlaku a přitom změna objemu plic je již malá (Villikus et al., 2004).

Kromě celkového dechového objemu lze určit i expirační a inspirační objem a další parametry. Lze také posoudit dynamiku vydechovaného vzduchu posouzením křivky průtok – objem. Z ní lze odhalit např. obstrukci dolních cest dýchacích nebo jiné ventilační potíže.

Ventilační ekvivalent kyslíku – VO₂ (ml/min) vyjadřuje skutečné využití kyslíku z dané ventilace (Ladislava Havlíčková a kolektiv, 2007). Je to množství kyslíku extrahované z vdechnutého plynu za časovou jednotku (1 minuta). Je ukazatelem aerometabolických schopností organismu a výkonnosti transportního systému (Placheta & al., 1999). Čím je hodnota VO₂ nižší, tím je stupeň využití kyslíku vyšší (Ladislava

Havlíčková a kolektiv, 2007). Podobným způsobem lze definovat i ventilační ekvivalent CO_2 .

Spotřeba kyslíku při submaximální zátěži, je závislá lineárně na celkové absolutní zátěži. Pokud bude zátěž vyšší než je hranice aerobního prahu tzv. Vita maxima (úroveň anaerobního prahu) změní se průběh z lineárního na nelineární. Z tohoto důvodu lze dobře odhadnout při menších a středních zátěžích kyslíkovou spotřebu. Rozdílná spotřeba kyslíku se u různě trénovaných jedinců projeví až nad úrovní ANP a to hodnotou max. kyslíkové spotřeby.

Maximální spotřeba kyslíku - VO_2max (ml/min) je nejdůležitějším ukazatelem v případě hodnocení aerobní kardiorepirační zdatnosti. Je vyjádřením schopnosti transportovat kyslík k pracujícím svalům při maximálním možném zatížení. Je ukazatelem aerobních schopností a udává hranice aerobních schopností (Villikus et al., 2004).

Stanovení této hodnoty patří k velmi důležitým funkčním ukazatelům zátěžového vyšetření, protože představuje kapacitu transportního systému. U nemocných bývá podstatně nižší a neodpovídá hodně VO_2max zdravých ani svojí velikostí, ani splněním kritérií pro dosažení maxima. Relativní hodnota VO_2max posuzuje oxidační podíl energetického metabolismu, srovnává rozdíly mezi funkční zdatností a výkonností různých jedinců, posuzuje závažnosti četných vnitřních onemocnění, určuje některé limity (např. ANP) významných pro diagnostiku i ordinaci pohybové aktivity. Představuje relativní zatížení aerobního metabolismu (Placheta et al., 1999).

Maximální spotřeba kyslíku bývá často vyjádřena relativně jako ($\text{VO}_2 \text{ max.kg}^{-1}$). Tento ukazatel lépe vyjadřuje skutečnou kapacitu kardiorepiračního aparátu, protože se vztahuje na jeden kilogram tělesné hmotnosti.

Tepový kyslík - Q ($\text{VO}_2 \text{ max. TF}^{-1}$) je množství kyslíku využitého z krve, které je vypuzené jedním srdečním stahem. Udává jaká je výkonnost oběhového ústrojí. Z toho vyplývá, čím větší bude systolický objem a arteriovenózní diference, o tolik bude zvýšen tepový kyslík. Vysvětlit to lze tak, že dosažení stejné vytrvalosti je potřeba stejný energetický výdej, toho lze dosáhnout při stále stejné kyslíkové spotřebě a při stejném minutovém srdečním výdeji (Villikus et al., 2004).

Koncentrace laktátu v krvi se zvyšuje v případě větších požadavků na dodávku kyslíku, než je oběhový systém schopen zajistit, přechází pracující svalová tkáň na neoxidativní (anaerobní) způsob získávání energie tj. na anaerobní glykolýzu (Ladislava Havlíčková a kolektiv, 2007). Laktát vzniká při anaerobní práci organismu. Díky LA můžeme stanovit anaerobní práh a to invazivním způsobem nebo posoudit míru nasazení v testu či stupeň trénovanosti silové vytrvalosti (Placheta et al., 1999).

Anaerobní práh (ANP) nazýváme také „stresový práh“ nebo „metabolický přechod“, je předělem mezi převážně oxidačním („anaerobním“) a oxidačně-neoxidačním („aerobně-anaerobním“) krytím energetických nároků. Je to určitý krátký časový úsek v průběhu stupňovaného zatížení, kdy začne prudce narůstat podíl neoxidační úhrady energie spolu s kumulací krevního laktátu, provázenou téměř stejným molárním poklesem hydrogenuhličitanů i pH krve. ANP lze stanovit buď neinvazivně z ventilačně-respiračních hodnot („ventilační práh“), nebo invazivně z hodnot krevního laktátu (LA) či úbytku bází (-BE) („laktátový práh“, resp. „-BE-práh“) (Placheta et al., 1999).

1.3.3 Podmínky realizace funkčních zátěžových zkoušek

Funkční zátěžové zkoušky se provádějí pouze ve zdravotnických zařízeních, která jsou pro tento účel náležitě vybavena a mají sjednanou registraci k takovéto činnosti. Musí splňovat přísné hygienické a pokud možno i standardizované podmínky. V testující místnosti by měl být klid, teplota by měla být přiměřená - mezi 16 – 24 °C. Vlhkost vzduchu by měla být 40-60 %. Z hlediska techniky musí být toto vybavení spolehlivé, pravidelně kontrolované a kalibrované (Cinglová, 2002).

Personální zabezpečení

Funkční zátěžové zkoušky musí provádět kvalifikovaný personál. Při testu do maxima musí být přítomen u vyšetřovaného lékař. Průběh testu obvykle zajišťuje střední zdravotnický personál nebo laboratorní technik. Vyhodnocení testu by měla provádět stále jedna poučená osoba, nejlépe lékař s atestací tělovýchovného lékařství.

Přístrojové vybavení

Základním přístrojovým vybavením jsou přirozeně kalibrované ergometry. Srdeční činnost se monitoruje optimálně pomocí EKG. Pokud je třeba znát pouze tepovou srdeční frekvenci, stačí použít její snímače, tzv. sportestery. Během a po zátěži je možné sledovat pomocí laktátometru hladinu krevního laktátu.

Zcela optimální je propojení těchto základních přístrojů do jednoho systému s analyzátozem výdechových plynů - spirometrem. S ním se dají v klidu nebo při zátěži monitorovat ventilační funkce organismu. Analyzátory kyslíku jsou různé a mají různé způsoby měření VO₂ max. Jmenujme ty nejčastěji používané:

- 1) Scholanderův analyzátor: Je založen na principu chemické absorpce.
- 2) Interferometr: Paprsky upraveného světla se vychýlí ze své polohy, načež velikost vychýlení je přímo úměrná koncentraci plynu, jímž interferující světlo prochází (Villikus, 2004).
- 3) Průběžné analyzátory: Pracují na základě vydechovaného vzduchu, který je odváděn do mísicí nádoby, kde je vyrovnávána koncentrace plynů. Před samotnou mísicí nádobu je vložena do systému vrtulka, která měří plicní ventilaci. Čím větší je ventilace, tím rychleji se bude vrtulka otáčet. Je přesně nakalibrovaná tak, aby její otáčky odpovídaly minutové ventilaci (Villikus, 2004).

Stav vyšetřované osoby

Testovaná osoba by měla být zdravá a odpočatá. Den před vyšetřením by se měla vyvarovat alkoholu a nevhodné stravě. Pokud bere léky, musí je nahlásit předem lékaři. Na testování by měla být řádně ustrojená ve sportovním oblečení a obuvi. Před samotným vyšetřením je seznámena a poučena o významu a průběhu prováděného testování (Cinglová, 2002).

1.4 Zjišťování fyzické připravenosti vybraných záchranných útvarů

V této kapitole uvádíme výtah z dostupných materiálů o funkčních zátěžových zkouškách vybraných záchranných útvarů v ČR. Demonstrujeme tím, jakým způsobem lze hodnotit fyzickou připravenost záchranných útvarů IZS. Současně zformulujeme předpoklady o tělesném rozvoji a aerobní zdatnosti profesionálních členů HSCR.

1.4.1 Vyšetření fyzické připravenosti báňských záchranných útvarů:

V této kapitole popisujeme povinné fyzické prověrky BZS, které probíhají v SLAB. Jejich vyhodnocení se děje na základě interních předpisů BZS a jsou to jediné dostupné normy, které se nám podařilo získat.

Báňští záchranníci jsou povinni podle ustanovení §18 odst. 7 vyhlášky Českého báňského úřadu č. 447/2001 Sb. o báňské záchranné službě alespoň jednou ročně prokazovat svoji fyzickou připravenost, a to spiroergometrickým vyšetřením s použitím kontinuálního stupňovitého testu na bicyklovém ergometru podle následující metodiky.

Metodika vyšetření

1. Doporučená teplota vzduchu v místnosti do 26°C, relativní vlhkost vzduchu do 65%. Pokud je teplota vzduchu vyšší než 24°C, umístit před vyšetřovanou osobu ventilátor.
2. Výšku sedadla ergometru přizpůsobit velikosti vyšetřované osoby tak, aby nohy byly slabě pokrčeny v kolenou, je-li pedál v nejnižší poloze.
3. Počáteční zátěž je 1 W/kg (event. 50W) po dobu 2 min. a je dále zvyšována v každé minutě o 0,3 W/kg (event. 25 W) až do subjektivního vyčerpání; tj. vyšetřovaná osoba není schopná udržet požadovaný počet otáček nebo vzniknou indikace pro přerušování testu. Po dosažení maxima vyšetřovaná osoba dále jede 1 až 2 minuty bez zátěže nebo je sledována v horizontální poloze na lehátku.
4. Počet otáček na ergometru se má pohybovat mezi padesáti až devadesáti za minutu v závislosti na velikosti zátěže.

5. Maximální kyslíkové spotřeby bylo dosaženo jestliže:

- spotřeba kyslíku již nestoupá ani při dalším zvyšování zátěže (v praxi dosahuje tohoto kritéria jen asi 1/3 vyšetřovaných),
- u zbývajících 2/3 lze považovat dosaženou hodnotu spotřeby kyslíku za maximální, byly-li splněny alespoň některé z níže uvedených kritérií:
 - byla dosažena max. minutová srdeční frekvence pro daný věk (orient. $220 - \text{věk}$),
 - ventilační ekvivalent pro kyslík ≥ 35 ,
 - respirační kvocient (RQ) $\geq 1,15$,
 - zvyšování zátěže již nevede k dalšímu vzestupu tepového kyslíku.

Kritéria vyšetření

Rozhodujícími kritérii pro fyzickou způsobilost báňských záchranářů jsou: hodnota BMI, dosažený výkon ve W/kg a maximální spotřeba kyslíku $\text{VO}_{2\text{max}}$ v l/min/kg. V následujících tabulkách (tab. 3 a 4) uvádíme požadované hodnoty uvedených parametrů, kterých musí záchranář při testu dosáhnout.

Tabulka 3. Kritéria funkčních parametrů fyzických prověrek profesionálních báňských záchranářů

Věk (let)	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 a více
$\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/min/kg)	45,3 – 49,2	41,2 – 45,2	36,5 – 41,1	34,7 – 36,4
W/kg	3,6 – 3,7	3,3 – 3,5	3,0 – 3,2	2,8 – 2,9

Pramen: Zátěžové testy SLAB

Tabulka 4. Kritéria funkčních parametrů fyzických prověrek dobrovolných báňských záchranářů

Věk (let)	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 a více
$\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/min/kg)	44,1 – 46,6	38,8 – 44,0	34,8 – 38,7	33,0 – 34,7
W/kg	3,4 – 3,6	3,1 – 3,4	2,9 – 3,1	2,6 – 2,8

Pramen: Zátěžové testy SLAB

Záměrně uvádíme výsledky i pro dobrovolné záchranáře, protože i v HSČR je dobrovolná členská základna. Je možné si všimnout, že požadavky na fyzickou připravenost respektují přirozený pokles výkonnosti s rostoucím věkem. Dále z praktických zkušeností s měřením v SLAB vyplývá, že nejpřísnější jsou kritéria testu pro profesionální členy ve věku 20 – 29 let jsou srovnatelné s úrovní rekreačního sportovce. Fyzická připravenost není tedy jediným rozhodujícím faktorem pro práci záchranáře. Test má hlavně preventivní charakter a má za úkol vyřadit nezdatné jedince.

Zajímavý je také požadavek na minimální hodnotu $VO_2\text{max}$, který zřejmě vychází z faktu, že báňští záchranáři pracují často s dýchacími přístroji v místech se zvýšenou teplotou, kdy i při nízkém výkonu roste spotřeba O_2 . S tím souvisí i hodnota maximálního přípustného $BMI = 30$. Nadváha je prokazatelně faktorem ovlivňujícím fyzickou práci.

Ze zkušeností s testováním Báňské záchranné služby v Laboratoři sportovní motoriky KTV PF TUL vyplývá, že nesplní požadovaná kritéria podaného maximálního výkonu zhruba 10 %. Zhruba 20 % testovaných jedinců pak nevyhoví požadavku na $BMI \leq 30$.

1.4.2 Vyšetření fyzické připravenosti hasičské záchranné služby

Dalším srovnatelným a již proměřeným souborem záchranářů jsou hasiči. V letech 1997 – 1999 proběhl ve 12 místech ČR průzkum zdravotního stavu příslušníků HZS. Projekt byl realizován na Katedře hygieny Vojenské lékařské akademie J. E. Purkyně v Hradci Králové pod vedením doc. MUDr. Jiřího Chaloupky, CSc.

V rámci těchto vyšetření byla provedena, kromě jiného, antropometrická měření (BMI , WHR , obsah tělesného tuku) a ověření fyzické zdatnosti pomocí testu $W170$. Asi čtvrtinu z celého 864 členného souboru tvořili administrativní pracovníci, jinak pouze výkonní záchranáři ve věku 20 – 50 let. V příloze č. 1 uvádíme výsledky v přehledných tabulkách.

Z výsledků studie vyplývá, že s přibývajícím věkem BMI i WHR index rostou. Třem procentům výkonnostních hasičů a sedmi procentům administrativních pracovníků byly zjištěny vyloženě rizikové faktory. Stejný závěr lze učinit i pro aerobní zdatnost, která s věkem pro změnu klesá.

Zajímavým zjištěním je fakt, že 52% všech zúčastněných dosáhli nejméně 110% náležité hodnoty výkonu, vztažené k běžné netrénované populaci stejného věku. To je na jednu stranu pozitivní zpráva, na tu druhou je zde téměř polovina záchranářů, kteří se od běžné populace v tělesné zdatnosti neodlišují. Vzhledem k jejich fyzicky i psychicky náročnému povolání jim je třeba tedy věnovat zvýšenou lékařskou pozornost.

Chaloupka (1999) ve svém závěru uvádí: „Protože uvedené závislosti mezi jednotlivými veličinami jsou opakovaně potvrzovány i u jiných měřených souborů osob, je nutné věnovat zvýšenou pozornost ze strany zaměstnavatele i zdravotnických pracovníků hlavně osobám starším, s nadváhou, nebo se sníženou fyzickou zdatností. Protože u nadváhy i fyzické zdatnosti se jedná o faktory ovlivnitelné, je zvláště pro jejich nositele vhodné zajišťovat zvýšenou zdravotní péči, organizovat cílené rehabilitační pobyty směřované k redukci nadváhy a zvýšení fyzické zdatnosti, motivovat tyto osoby k aktivní snaze o nápravu zdravotního stavu v každodenním životě. Prostředkem k ovlivnění jednotlivých rizikových faktorů je dodržování zásad zdravého životního stylu, kontrolovaná redukce nadváhy, změna stravovacích zvyklostí, zvýšení pravidelné fyzické aktivity a případně psychologické působení na ohrožené osoby“.

1.4.3 Shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že tělesný rozvoj a aerobní zdatnost členů IZS jsou faktory, které mají vliv na výkonnost záchranných složek, a proto je třeba jim věnovat pozornost i u profesionálních členů HSČR.

Z praktických zkušeností i publikovaných poznatků vyplývá, že antropometrické i výkonnostní parametry člověka se přirozeně klesají s přibývajícím věkem. Na druhou stranu je známo, že členové HSČR přistupují zodpovědně k fyzické přípravě. Zde zřejmě dobře působí povinné fyzické prověrky, které musí každý rok podstoupit. Proto lze očekávat, že tělesná zdatnost v závislosti na věku záchranáře bude klesat jen mírně a bude ovlivněna spíše rostoucí hmotností sledovaného jedince. Ze zkušeností vyplývá, že rozhodující roli zde hraje stupeň motivace, který s přibývajícím věkem u záchranářů roste.

Hodnota jejich BMI by však rozhodně neměla překročit stupeň obezity, tedy hodnotu 30, a optimálně by se měla pohybovat mezi 20 -25. Tomu by mělo odpovídat i procento celkového tělesného tuku, které se v optimu u mužů pohybuje do 20%.

Z hlediska posuzování výkonnosti člena jakéhokoliv záchranářského sboru by se mělo vycházet s předpokladu, že se jedná o dobře kondičně připraveného jedince na výkonnostní úrovni rekreačního sportovce. Měl by tedy dosáhnout 110- 125% náležité hodnoty věkové normy.

Na druhou stranu lze očekávat, že u složek, kde nejsou jasná kritéria pro výběr jedinců do pracovního poměru, se bude vyskytovat věcně významná skupina lidí bez řádné tělesné zdatnosti. Z praktických zkušeností vyplývá, že to je cca 10 % jedinců.

2 Cíle práce

Hlavní cíl:

Hlavním cílem diplomové práce bylo provést vyhodnocení úrovně tělesného rozvoje a aerobní zdatnosti profesionálních členů Horské služby ČR pomocí laboratorních funkčních zátěžových zkoušek.

Dílčí úkoly:

1. Zjistit úroveň tělesného rozvoje profesionálních členů HSČR pomocí somatického měření.
2. Zjistit úroveň aerobní zdatnosti profesionálních členů HSČR pomocí laboratorních funkčních zátěžových zkoušek.
3. Vyvodit praktická doporučení pro sledování fyzické připravenosti pracovníků HS ČR.

Otázky:

- a) Jak se bude měnit úroveň tělesného rozvoje a aerobní zdatnosti ve sledovaném souboru v závislosti na věku?
- b) Jaké bude zastoupení jedinců s nadváhou ve sledovaném souboru?
- c) Jaký bude průměrný maximální výkon, kterého dosáhnou testovaní jedinci v jednotlivých věkových kategoriích?
- d) Jaký bude průměrný čas zátěžového testu do maxima, kterého dosáhnou testovaní jedinci v jednotlivých věkových kategoriích?
- e) Jaké bude průměrné VO_{2max} vztažené na kg tělesné hmotnosti, kterého dosáhnou testovaní jedinci v jednotlivých věkových kategoriích?
- f) Jaká bude průměrná hodnota koncentrace laktátu v kapilární krvi po testu do maxima, které dosáhnou testovaní jedinci v jednotlivých věkových kategoriích?

3 Metodika

Metodika zahrnuje charakteristiku testovaného souboru, charakteristiku metod pro stanovení tělesného rozvoje a aerobní profesionálních členů HSČR, podmínky testování a popis organizace a zpracování naměřených dat.

3.1 Charakteristika souboru

Testování se zúčastnili záchranáři celkem ze sedmi oblastí Českých hor: z Beskyd, Krušných hor, Orlických hor, Krkonoš, Šumavy, Jeseníků a z Jizerských hor. Věkové rozmezí testovaných osob bylo od 26 do 61 let. Všichni z 63 testovaných byli muži a působili v té době jako profesionální členové HSČR. Sledovaný soubor byl podle pokynů metodické komise (HSČR, 2011) rozdělen do 4 kategorií podle věku (do 35, do 45, do 55 a nad 55 let).

Tabulka 5. Četnost testovaných osob z jednotlivých horských oblastí ČR

Pohoří	Počet (n)	X (let)	s (let)	Me (let)	Mo (let)	x _{max} (let)	x _{min} (let)
Beskydy	8	44,0	9,8	44,5	*	31	59
Jeseníky	8	43,6	11,1	42,5	*	26	59
Jizerské hory	8	50,3	8,5	51,0	51,0	35	59
Krkonoše	17	48,3	9,4	51,0	53,0	27	61
Krušné hory	8	48,4	11,2	50,5	60,0	30	60
Orlické hory	5	46,4	8,6	42,0	42,0	35	56
Šumava	7	36,0	4,6	37,0	37,0	26	41
Celkem	61	45,8	10,3	44	59	26	61

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus,

(x_{max}; x_{min}) – Největší a nejmenší hodnota,

* – V daném souboru nejsou žádné dvě hodnoty stejné.

Tabulka 6. Popisná charakteristika jednotlivých věkových kategorií

Kategorie (let)	Počet (n)	X (let)	s (let)	Me (let)	Mo (let)	x_{max} (let)	x_{min} (let)
do 35	13	31,6	3,4	33	35	35	26
36- 45	19	41,0	2,3	42	42	45	37
46 - 55	12	51,1	2,2	51	51	55	46
nad 55	17	58,4	1,6	59	59	61	56

Vysvětlivky: X - Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus, (x_{max}; x_{min}) – největší a nejmenší hodnota.

Porovnáním hodnot v tab. 5 lze konstatovat, že věkové zastoupení záchranářů v jednotlivých oblastech je přibližně vyrovnané a věkové průměry v daných oblastech korespondují s věkovým průměrem celého souboru. Výjimku tvoří Šumava, kde je průměrný věk záchranářů zhruba o 10 let nižší, než je celostátní průměr. Pro změnu jako věkově nejstarší oblast se jeví Jizerské hory. To dokazuje nejenom aritmetický průměr a medián, ale i věk nejmladšího a nejstaršího člena v této oblasti.

Z hlediska rozložení jedinců do věkových kategorií můžeme opět konstatovat rovnoměrná rozložení. Tomu nasvědčují polohy aritmetických průměrů i mediánů přibližně v polovině věkového rozsahu dané kategorie.

Zajímavé je kolísavé rozložení počtu členů v daných věkových kategoriích. Za předpokladu, že se počty zaměstnanců nemění, to lze vysvětlit cyklickou obměnou členské základy. Počet pracovníků nad 55 let udává počet lidí, které bude potřeba přijmout v následujících letech do nové záchranářské generace.

3.2 Charakteristika použitých metod

3.2.1 Metodika určení tělesného rozvoje

Tělesná výška

- *Měřicí technika:* osobní váha s výškoměrem, přístroj Seca.
- *Provedení:* Vyšetřovaný stojí v klidné vzpřímení poloze, zády k ukazateli hmotnosti. Hlavu má v rovnovážné poloze. Pomocí je na liště s milimetrovou stupnicí odečtena měřící osobou tělesná výška.

Tělesná hmotnost

- *Měřicí technika:* osobní váha s výškoměrem, přístroj Seca.
- *Provedení:* Při měření tělesné výšky.

Index tělesné zdatnosti (BMI)

- *Měřicí technika:* matematický výpočet v MS Excel.
- *Provedení:* BMI se počítá z tělesné hmotnosti a výšky podle vzorce:

$$\text{BMI} = \text{tělesná hmotnost v kg} / \text{tělesná výška v m}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

(Měkota, Kovář et al., 2002).

Tělesný tuk

- *Měřicí technika:* Bioelektrická impedanční metoda, přístroj Nutrigard-M (100, 50 a 5 KHz).
- *Provedení:* Vyšetřovaný leží v klidu uvolněný na zádech s rukama od těla. Na pravé horní i dolní končetině má nalepeny 4 kožní elektrody s dostatečnou vrstvou hydrogelu. Před vyšetřením by měl být řádně zavodněn, neměl by po vyčerpávající námaze.



Obrázek 4. Bioelektrická impedanční metoda s přístrojem Nutrigard-M

Pramen: Vlastní zdroj

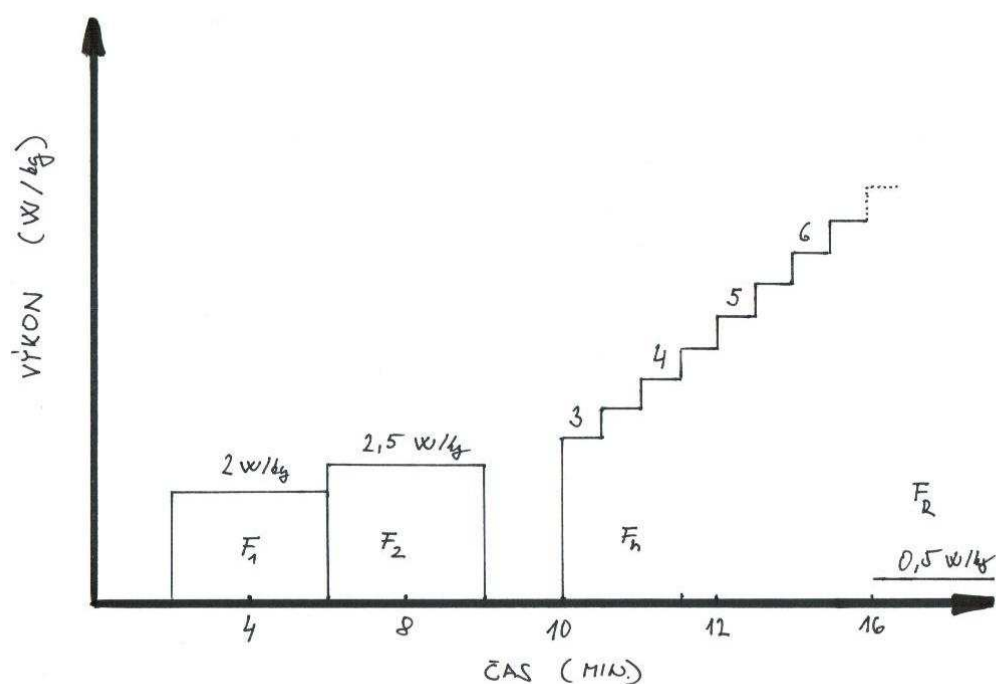
3.2.2 Metodika funkčních zátěžových zkoušek

Bylo provedeno spiroergometrické vyšetření. Vyhodnocení bylo provedeno pomocí ovládacího software celého systému, který monitoroval a řídil průběh zátěžové zkoušky. Společně byly on-line sledovány kardiorespirační funkce vyšetřovaného jedince v závislosti na předprogramované zátěži. K vyhodnocení aerobní zdatnosti byly využity následující parametry: Maximální výkon, doba hlavní fáze testu, maximální srdeční frekvence, maximální minutová spotřeba kyslíku a koncentrace laktátu v kapilární krvi v 5. minutě po zátěži.

Vzhledem k tomu, že test byl součástí lékařských preventivních prohlídek, bylo každému jedinci před testem provedeno spirometrické vyšetření dynamiky dýchání pomocí vyhodnocení křivky průtok – objem a stanovena vitální kapacita plic VC. Současně byla během celého testu monitorována srdeční činnost snímáním křivky EKG a průběžným měřením krevního tlaku.

Zátěžový test

- *Měřicí technika:* bicyklový ergometr Ergometrics 900S s propojením na Jager-Oxycon Delta
- *Provedení:* Zátěžový test do maxima se skládal ze dvou čtyřminutových na sebe navazujících submaximálních fází (F_1 : 2 W/kg a F_2 2,5 W/kg) a hlavní fáze F_h , která následovala za F_2 po dvouminutové pauze. Hlavní fáze F_h měla schodovitý charakter se zvýšením každých 60 vteřin. Počáteční hodnota F_h byla stanovena na 3 W/kg. Test byl ukončen, pokud frekvence otáček ergometru klesla pod 60/min, nebo sledovaný jedinec sám zastavil, nebo kvůli zdravotnímu riziku (zátěžová hypertenze apod.). Po ukončení testu byl zaznamenán čas a hodnota F_h . Následně byla spuštěna regenerační fáze F_r = 0,5 W/kg, která trvala 5min. Během ní mohl sledovaný jedinec šlapat, ale nemusel. Profil testu byl nastaven na základě praktických zkušeností s testováním rekreačních sportovců v SLAB. Jeho průběh je znázorněn na obrázku 5.



Obrázek 5. Grafické znázornění průběhu testu do maxima

Pramen: Vlastní zdroj

Monitoring srdeční aktivity:

- *Měřicí technika:* EKG přístroj Cardovit AT-104 PC, tonometr.
- *Provedení:* Automatické vyhodnocení.
 - 1) Krevní tlak byl zaznamenán v klidu před testem, na konci fází F₁ a F₂, bezprostředně po ukončení hlavní fáze F_h a následně v regenerační fázi F_r na konci třetí a páté minuty.
 - 2) Srdeční frekvence SF byla monitorována průběžně z EKG svodů. Systémem byla automaticky vyhodnocena SF_{max}.
 - 3) Bylo stanoveno klidové EKG a během testu průběžně monitorováno.

Monitoring respiračních funkcí:

- *Měřicí technika:* Ergospirometrický systém Jager-Oxycon Delta s ovládacím software (včetně znázornění křivky průtok – objem).
- *Provedení:* Automatické vyhodnocení včetně VO₂max.

Stanovení koncentrace krevního laktátu:

- *Měřicí technika:* Lactate PRO.
- *Provedení:* Automatický rozbor kapilární krve odebrané z distálního konce prstu na konci 5. minuty po zátěži.

3.3 Podmínky testování

Vlastní měření bylo uskutečněno v měsících červen až říjen 2007. Testování probíhalo v rámci povinných lékařských prohlídek profesionálních členů HSČR v Laboratoři sportovní motoriky Technické univerzity v Liberci. Testované osoby byly předem seznámeny s podmínkami vyšetření a o průběhu funkčních zátěžových zkoušek.

Teplota vzduchu se pohybovala v rozmezí 18 – 24 °C a vlhkost vzduchu v rozmezí 40 – 60 %. Na vyžádání byl před testovaného jedince při spiroergometrii umístěn ventilátor.

3.4 Statistické zpracování dat

Ke statistickému zpracování dat byl použit program Microsoft Excel verze 2007.

Výpočet základních popisných charakteristik

1. Charakteristika úrovně sledovaného parametru v testovaném souboru je vyjádřena následujícími ukazateli: **aritmetický průměr** (\bar{X}) pro stanovení průměrného výkonu jednotlivých testových položek testovaného souboru, **medián** (Me) pro zjištění středních hodnot jednotlivých položek testovaného souboru, **modus** (Mo) pro zjištění hodnot vyskytujících se nejčastěji a ukazatel rozsahu tedy **maximální a minimální hodnoty** ($x_{max}; x_{min}$).
2. Charakteristika vyrovnanosti sledovaného parametru v testovaném souboru je popsána **směrodatnou odchylkou** (s). Ta vyjadřuje rozptýlení hodnot souboru ve stejných jednotkách, ve kterých je naměřen daný parametr. Směrodatná odchylka vyjadřuje stejnorodost výsledných hodnot testovaného souboru a je rovna nule, pokud jsou všechny výsledné hodnoty shodné (Hájek, 2001).

4 Výsledky a diskuze

4.1 Tělesný rozvoj

Základní popisné charakteristiky výsledků tělesného rozvoje profesionálních členů HSČR rozdělených do věkových kategorií jsou uvedeny v tabulkách 7, 8, 9 a 10.

Tabulka 7. Popisná charakteristika výsledků měření tělesné hmotnosti pro jednotlivé věkové kategorie

Tělesná výška (cm)	X	s	Me	Mo	x _{max}	x _{min}
do 35 let	179,0	6,7	180,0	183	194	169
36- 45 let	178,9	5,2	178,0	174	188	170
46 – 55 let	175,8	6,4	174,5	*	189	167
nad 55 let	174,4	8,1	177,0	179	186	153
Celkem	177,0	7,0	178	183	194	153

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus,
(x_{max}; x_{min}) – Největší a nejmenší hodnota,
* – V daném souboru nejsou žádné dvě hodnoty stejné.

Tabulka 8. Popisná charakteristika výsledků měření tělesné výšky pro jednotlivé věkové kategorie

Tělesná hmotnost (kg)	X	s	Me	Mo	x _{max}	x _{min}
do 35 let	79,1	7,4	82,5	82,5	91,7	63,5
36- 45 let	80,5	9,2	82	*	98,6	61,5
46 – 55 let	83,6	10,8	80,8	73	104	69,5
nad 55 let	87,2	17,0	85,9	88	141	65,0
Celkem	82,7	12,3	82,2	82,5	141	61,5

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus,
(x_{max}; x_{min}) – Největší a nejmenší hodnota,
* – V daném souboru nejsou žádné dvě hodnoty stejné.

Porovnáním tabulek 7 a 8 lze konstatovat, že aritmetický průměr tělesné výšky se úměrně s věkem snižuje, kdežto aritmetický průměr tělesné hmotnosti se úměrně s věkem zvyšuje. Největší tělesná výška se vyskytuje v kategorii do 35 let a nejnižší v kategorii nad 55 let. U tělesné hmotnosti je tomu naopak. Za povšimnutí stojí maximální hodnota tělesné hmotnosti celého souboru $x_{\max} = 141$ kg. Tento jedinec výrazně vybočuje i množstvím tělesného tuku 43 %. Obě čísla lze vzhledem ke zbytku souboru považovat za extrémní. Pro případné další studie ho bude vhodnější ze souboru vyloučit.

Tabulka 9. Popisná charakteristika výsledků zjišťování BMI pro jednotlivé věkové kategorie

BMI (kg/m ²)	X	s	Me	Mo	x_{\max}	x_{\min}
do 35 let	24,7	1,9	24,7	*	28,9	22,0
36- 45 let	25,1	2,5	25,2	26,1	29,8	19,4
46 – 55 let	27,0	2,6	26,55	*	30,9	23,0
nad 55 let	28,7	4,4	27,9	18	43,0	22,8
Celkem	26,4	3,5	26,1	26,1	43	19,4

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus,

(x_{\max} ; x_{\min}) – Největší a nejmenší hodnota,

* – V daném souboru nejsou žádné dvě hodnoty stejné.

Tabulka 10. Popisná charakteristika výsledků měření tělesného tuku pro jednotlivé věkové kategorie

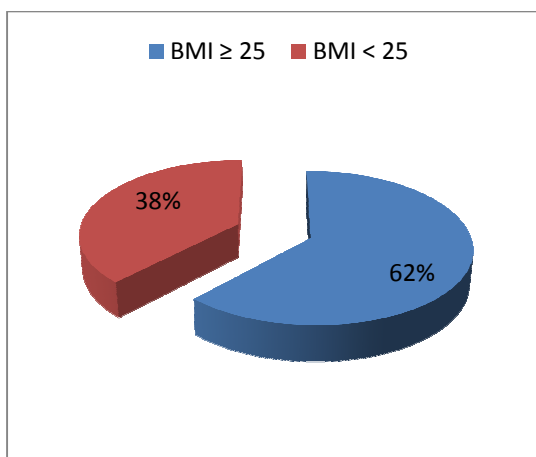
Tělesný tuk (%)	X	s	Me	Mo	x_{\max}	x_{\min}
do 35 let	15,7	3,0	17	17	22	9
36- 45 let	18,5	3,5	19	19	25	12
46 – 55 let	17,8	5,9	16	15	30	7
nad 55 let	20,7	7,2	20	*	35	9
Celkem	18	5,5	18	14	35	7

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus,

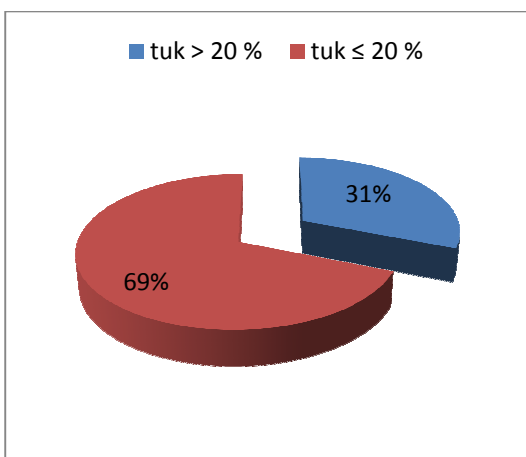
(x_{\max} ; x_{\min}) – Největší a nejmenší hodnota,

* – V daném souboru nejsou žádné dvě hodnoty stejné.

Dále lze konstatovat, že aritmetický průměr BMI se v souboru s přibývajícím věkem zvyšuje, stejně jako roste množství tělesného tuku. Z obrázků 5 a 6 však vyplývá, že 62% sledovaných překročilo podle BMI hranici nadváhy. Z hlediska tělesného tuku je tomu však naopak. Hodnotu 20 % tuku, tedy nadváhu překročilo pouze 31 % sledovaných. Tuto nesrovnalost lze vysvětlit tím, že BMI nezohledňuje tělesnou stavbu člověka. Protože se u záchranářů dá očekávat větší zastoupení svalové hmoty než u běžné populace, bude jejich posuzování tělesného rozvoje pouze podle BMI zavádějící.



Obrázek 6. Výsledky zjišťování BMI

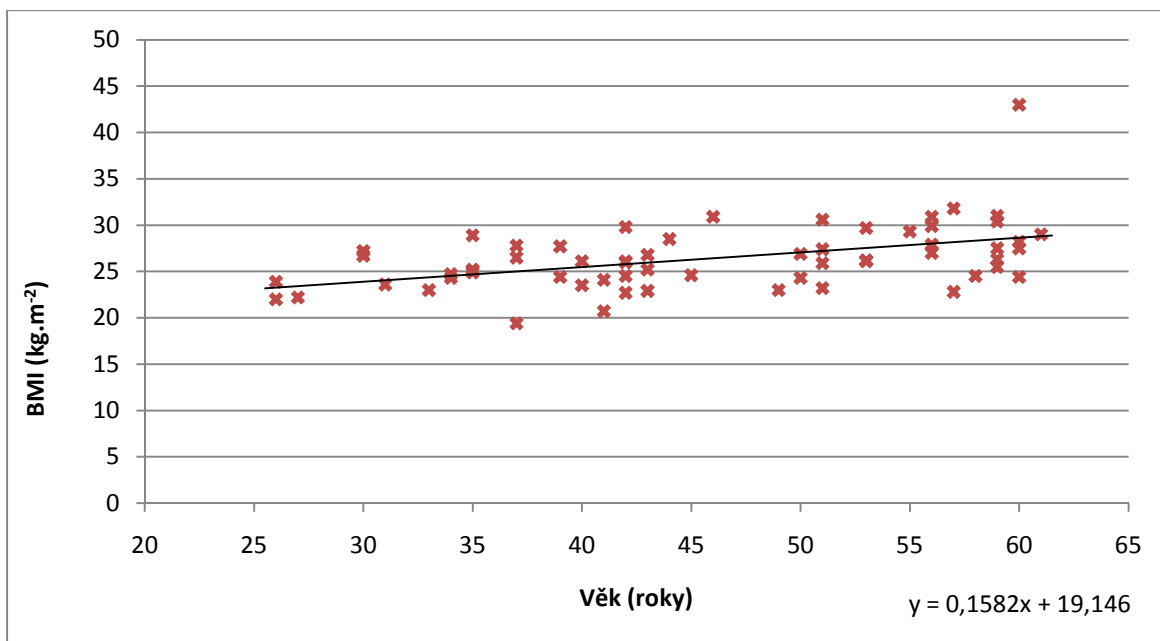


Obrázek 7. Výsledky měření tělesného tuku

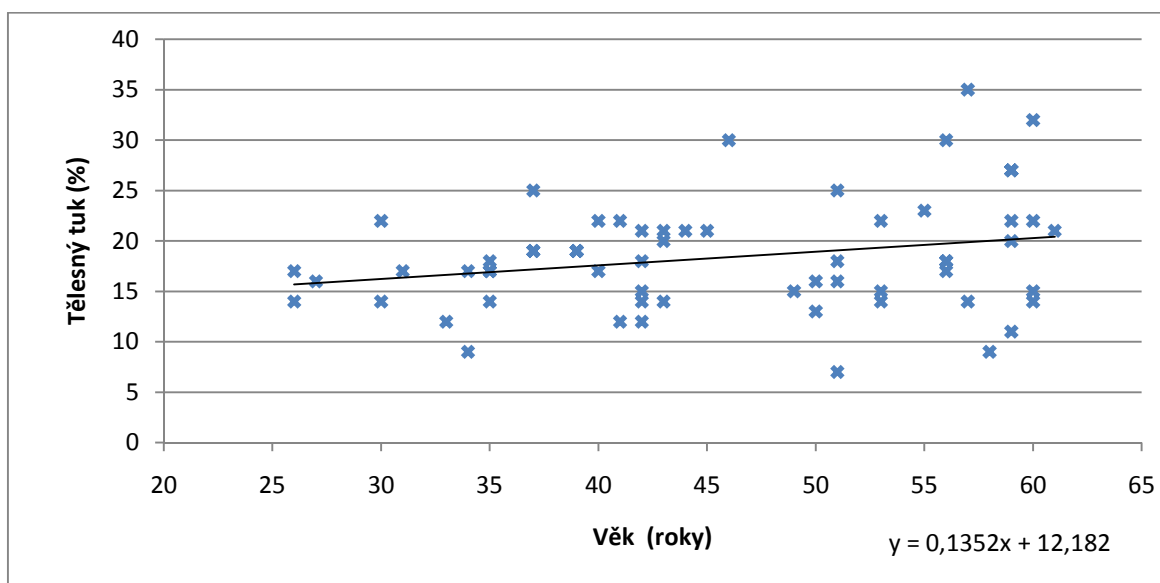
Z obrázku 7 lze vyvodit, že BMI má s věkem mírně rostoucí tendenci. Ta je vyjádřena i regresní přímkou, jejíž rovnice je uvedena v dolním pravém rohu obrázku. Vizuálním posouzením lze konstatovat, poměrně těsný vztah těchto dvou proměnných.

Jinak tomu je u obrázku 8, který zaznamenává závislost tělesného tuku na věku záchranáře. I zde je možné hovořit o mírně rostoucím trendu, avšak s přibývajícím věkem hodnoty jeví stále větší odchylky od regresní přímky. To potvrzují i s věkem rostoucí směrodatné odchylky jednotlivých věkových kategorií. Z toho plyne, že s rostoucím věkem je rozdíl mezi tělesným složením jednotlivých záchranářů v dané věkové kategorii stále větší.

Celkově lze konstatovat, že úroveň tělesného rozvoje má s přibývajícím věkem klesající tendenci. Zhruba 1/3 záchranářů trpí nadváhou. Jejich počet se zvyšuje úměrně s věkem.



Obrázek 8. Graf závislost BMI na věku u profesionálních členů HSČR



Obrázek 9. Graf závislost tělesného složení na věku u profesionálních členů HSČR

4.2 Aerobní kapacita

Aerobní kapacita profesionálních členů HSČR je vyhodnocena na základě výsledků funkčních zátěžových zkoušek. Postupně jsou uvedeny popisné charakteristiky jednotlivých sledovaných parametrů dle věkových kategorií. Jedná se o maximální výkon, dobu hlavní fáze testu F_h , maximální srdeční frekvenci, maximální minutovou spotřebu kyslíku a koncentraci laktátu v kapilární krvi v páté minutě po zátěži.

4.2.1 Maximální výkon

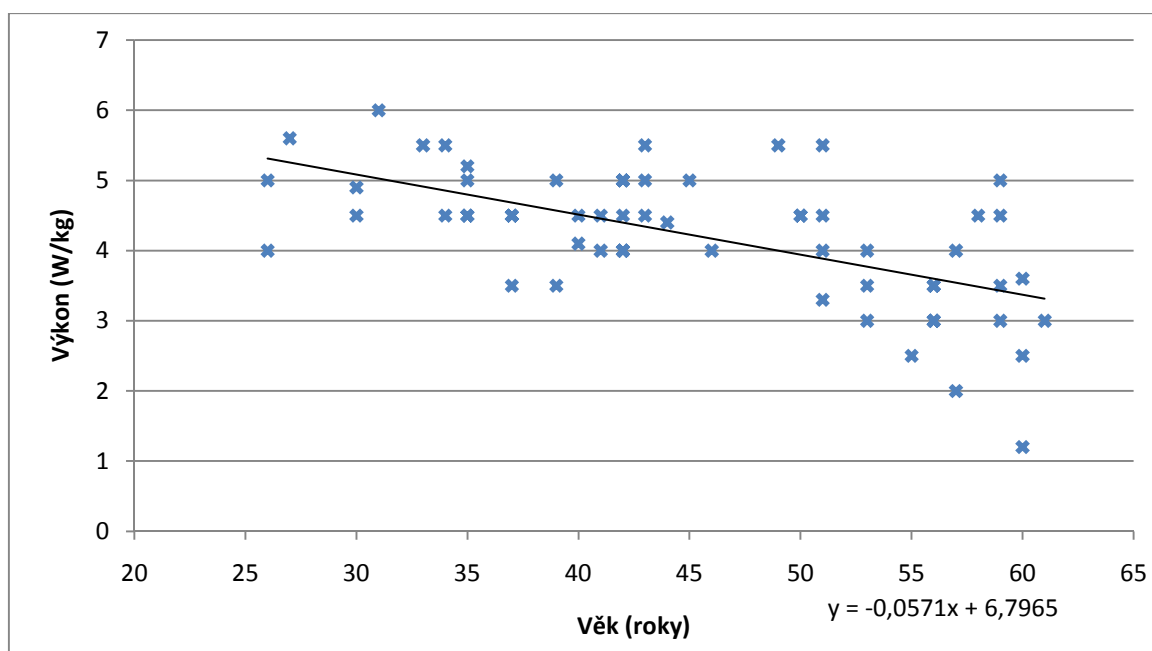
Základní popisné charakteristiky dosaženého maximálního výkon v jednotlivých věkových kategoriích testovaného souboru jsou uvedeny v tabulce 11. Závislost výkonu na věku záchranáře je znázorněna na obrázku 9.

Tabulka 11. Popisná charakteristika výsledků měření maximálního výkonu v zátěžovém testu do maxima pro jednotlivé věkové kategorie

Výkon (W/kg)	X	s	Me	Mo	x_{\max}	x_{\min}
do 35 let	5,0	0,5	5	4,5	6	4
36- 45 let	4,5	0,5	4,5	4,5	5,5	3,5
46 – 55 let	4,1	0,9	4	4	5,5	2,5
nad 55 let	3,3	1,0	3,5	3	5	1,2
Celkem	4,2	0,9	4,5	4,4	6	1,2

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus, (x_{\max} ; x_{\min}) – Největší a nejmenší hodnota,

Na základě zjištěných hodnot můžeme říci, že průměrné výkony klesají s přibývajícím věkem. Směrodatné odchylky ukazují na rostoucí výkonnostní rozdíly v závislosti na věku záchranáře.



Obrázek 10. Graf závislost maximálního výkonu na věku u profesionálních členů HSČR

Dále je možné konstatovat, že 71 % sledovaných jedinců dosáhlo výkonu nejméně 4 W/kg. Většina ze zbývajících 21 % spadá do nejstarší věkové kategorie (viz obr. 9). Též je vidět, že i v nejvyšší věkové kategorii jsou jedinci, kteří dokáží podat výkon přes 4,5 W/kg. Nejnižší hodnota v testu je 1,2 W/kg a patří jedinci s největší tělesnou hmotností a nejnižší hodnotou V_{O2max} . Tento jedinec zcela určitě nesplňuje limity pro tělesnou zdanost člena HSČR. Na základě praktických zkušeností lze hovořit o velmi dobré kondiční připravenosti profesionálních členů HSČR, která je v průměru srovnatelná s rekreačním sportovcem. Je tedy vůči běžné populaci nadprůměrná.

4.2.2 Doba hlavní fáze testu

Základní popisné charakteristiky doby hlavní fáze testu do maxima, rozdělené dle jednotlivých věkových kategorií testovaného souboru jsou uvedeny v tabulce 11. Závislost doby hlavní fáze testu na věku záchránář je znázorněna na obrázku 10.

Na základě zjištěných hodnot lze konstatovat, že průměrná délka hlavní fáze testu s přibývajícím věkem u profesionálních členů

HSČR klesá. Směrodatné odchylky jsou poměrně velké a ukazují na značnou variabilitu tohoto parametru ve zkoumaném souboru. Celý soubor je přehledně zaznamenány

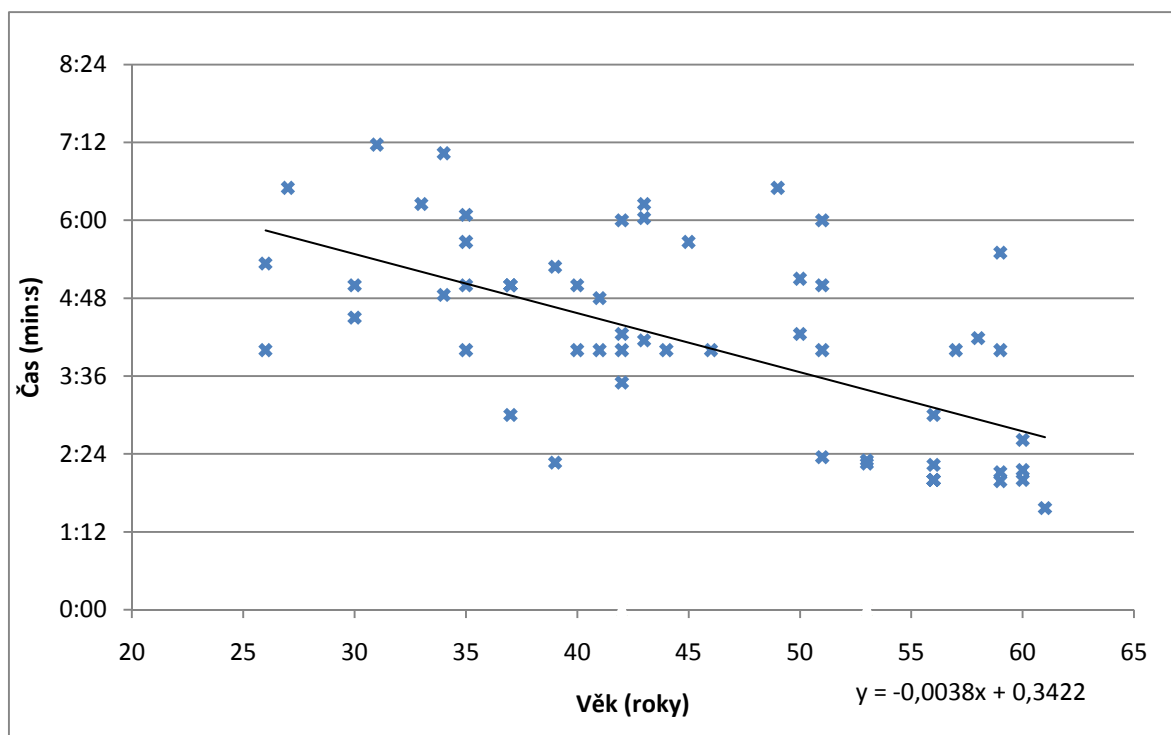
v obrázku 10. Z výsledků vyplývá, že pouze 36 % všech testovaných dosáhlo optimální doby testu 5 min. Většina z nich je z kategorií do 35 a do 45 let. Na druhou stranu jen 30 % všech záchranářů nevydrželo alespoň 4 minuty.

Na základě výsledků lze učinit závěr, že nastavená obtížnost testu byla vyhovující pro jedince prvních dvou věkových kategorií, uspokojivá pro jedince do 55 let a nevyhovující pro testované z kategorie nad 55 let.

Tabulka 12. Popisná charakteristika výsledků měření dosaženého času v zátěžovém testu do maxima pro jednotlivé věkové kategorie

Čas (min:s)	X	s	Me	Mo	x _{max}	x _{min}
do 35 let	5:29	1:01	5:20	4:00	7:10	4:00
36- 45 let	4:34	1:02	4:31	4:00	6:15	2:16
46 – 55 let	4:10	1:26	4:07	4:00	6:30	2:15
nad 55 let	2:48	1:07	2:11	2:00	5:30	1:34
Celkem	4:16	1:29	4:11	4:00	7:10	1:34

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus, (x_{max}; x_{min}) – Největší a nejmenší hodnota,



Obrázek 10. Graf závislost doby hlavní fáze testu na věku u profesionálních členů HSČR

4.2.3 Maximální srdeční frekvence

Základní popisné charakteristiky doby hlavní fáze testu do maxima, rozdělené dle jednotlivých věkových kategorií testovaného souboru jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 13. Popisná charakteristika výsledků měření maximální srdeční frekvence pro jednotlivé věkové kategorie

SF_{max} (1/min)	X	s	Me	Mo	x_{max}	x_{min}
do 35 let	187,0	10,9	189	202	202	163
36- 45 let	181,5	12,3	182	182	212	151
46 – 55 let	177,0	10,7	179	180	192	157
nad 55 let	167,7	16,5	169	169	189	142
Celkem	179	13,1	180	192	202	142

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus, (x_{max}; x_{min}) – Největší a nejmenší hodnota,

Na základě zjištěných hodnot lze konstatovat, že aritmetický průměr maximální SF se u profesionálních členů HSČR snižuje úměrně s věkem. Směrodatné odchylky jsou velké, ale vyrovnané v celém souboru a svědčí o výrazné variabilitě sledovaného tohoto parametru. Největší variabilita je v kategorii nad 50 let. Celkově však směrodatné odchylky nepřesahují 10% z průměrné hodnoty maximální SF v dané věkové kategorii.

Na základě výsledků lze konstatovat, že závislost maximální SF na věku u profesionálních členů HSČR se neliší od běžné populace a to včetně její variability. Přibližně pokles maximální srdeční frekvence kopíruje populační vzorec: 220 – věk.

4.2.4 Maximální minutová spotřeba kyslíku

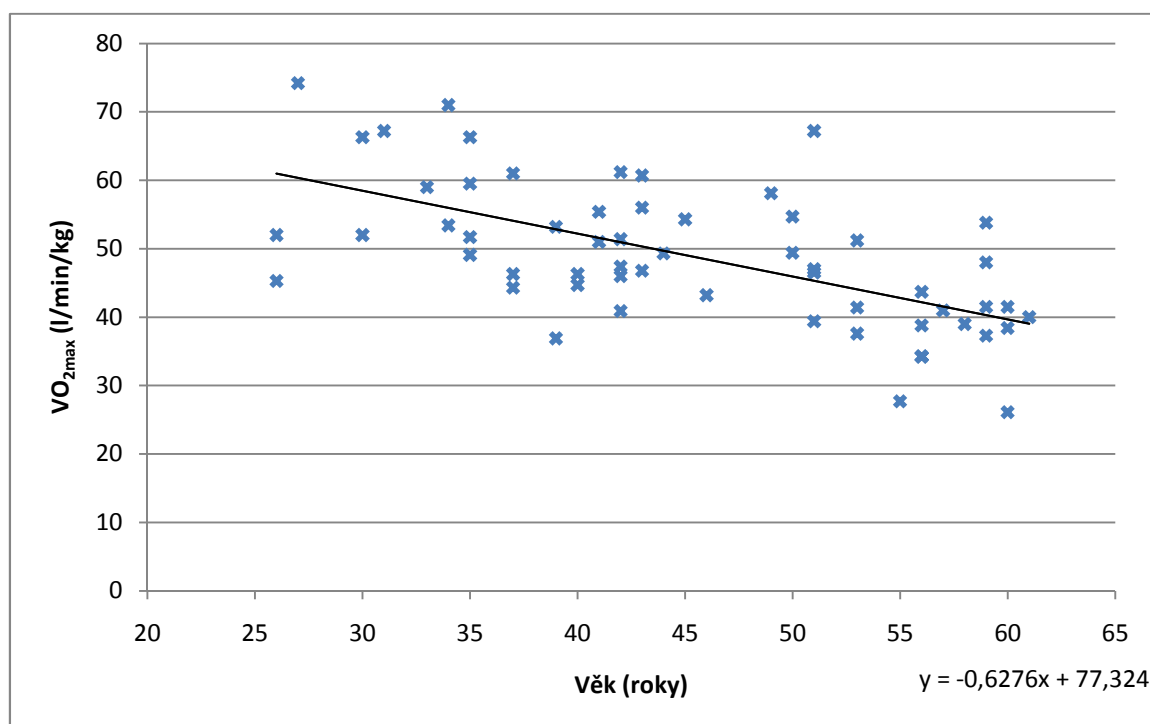
Základní popisné charakteristiky maximální minutové spotřeby kyslíku, rozdělené dle jednotlivých věkových kategorií testovaného souboru jsou uvedeny v tabulce 14. Závislost maximální minutové spotřeby kyslíku na věku je pro celý soubor znázorněna v obrázku 11.

Na základě zjištěných hodnot lze konstatovat, že aritmetický se průměr maximální minutové spotřeby kyslíku u profesionálních členů HSČR snižuje úměrně s věkem. Směrodatné odchylky v daných věkových kategoriích svědčí o velké variabilitě tohoto parametru.

Tabulka 14. Popisná charakteristika výsledků měření maximální minutové spotřeby kyslíku vzatžená na kg tělesné hmotnosti pro jednotlivé věkové kategorie

VO_{2max} (ml/min/kg)	X	s	Me	Mo	x_{max}	x_{min}
do 35 let	59,0	8,8	59	52	74,2	45,3
36- 45 let	50,2	6,6	49,3	46,3	61,2	36,9
46 – 55 let	47,0	9,9	46,8	*	67,2	27,7
nad 55 let	39,2	6,5	39	*	53,8	26,1
Celkem	48,7	10,5	47,7	52,0	74,2	26,1

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus,
(x_{max}; x_{min}) – Největší a nejmenší hodnota,
* – V daném souboru nejsou žádné dvě hodnoty stejné.



Obrázek 11. Graf závislost maximální minutové spotřeby O₂ v ml/min/kg na věku u profesionálních členů HSČR

Při porovnání nejvyšších a nejnižších hodnot lze konstatovat, že mezi profesionálními členy HSČR jsou jedinci s vynikajícími vytrvalostními předpoklady, ale také jedinci, kteří pravděpodobně díky vysokému stupni obezity mají tento parametr velice nízký a nemohou tedy splňovat kondiční požadavky pro práci u HSČR.

4.2.5 Koncentrace krevního laktátu po zátěži

Základní popisné charakteristiky koncentrace krevního laktátu po zátěži, rozdělené dle jednotlivých věkových kategorií testovaného souboru jsou uvedeny v tabulce 15.

Tabulka 15. Popisná charakteristika výsledků měření koncentrace krevního laktátu v 5. minutě po zátěži pro jednotlivé věkové kategorie

Laktát (mmol/l)	X	s	Me	Mo	x _{max}	x _{min}
do 35 let	12,5	2,5	12,3	P	15,6	7,4
36- 45 let	11,5	2,5	11,7	11	14,6	6,7
46 – 55 let	11,4	2,4	11,9	P	14,9	5,8
nad 55 let	10,2	2,2	10,2	P	15	5,8
Celkem	11,4	2,5	11,7	11,7	15,6	5,8

Vysvětlivky: X – Aritmetický průměr, s – Směrodatná odchylka, Me – Medián, Mo – Modus,

(x_{max}; x_{min}) – Největší a nejmenší hodnota,

* – V daném souboru nejsou žádné dvě hodnoty stejné.

Na základě výsledků měření můžeme konstatovat, že koncentrace laktátu v kapilární krvi v 5. minutě po ukončení hlavní fáze testu mírně klesá s věkem. Směrodatné odchylky jsou ve všech věkových kategoriích malé.

Tento doplňkový parametr popisuje míru nasazení v testu a schopnost práce v anaerobním režimu. Pouze 23 % jedinců nedosáhly hladiny 10 mmol/l. Vzhledem k naměřeným hodnotám můžeme konstatovat vysoké nasazení sledovaných jedinců a celkově velmi dobrou úroveň silové vytrvalosti v souboru profesionálních členů HSČR.

4.3 Porovnání výsledků s normami BZS

Na základě zjištěných výsledků lze konstatovat, že v souboru profesionálních členů HSČR je 10 % jedinců, kteří překročili hranici BMI = 30 a tudíž nesplňují limit pro požadovaný po členech BZS

Dále lze konstatovat, že výkonnostní podmínku pro BZS ve svých věkových kategoriích by celkem nesplnilo pouze 5% profesionálních členů HSČR. Naopak velká většina z nich tuto normu výrazně překračuje.

Na základě měření maximální spotřeby kyslíku lze konstatovat, že normu pro tento parametr fyzických prověrek BZS by nesplnilo opět pouze 5 % profesionálních členů HSČR a stejně jako v předcházejícím případě velká většina jedinců svoji věkovou normu výrazně překračuje.

Profesionální členové HSČR jsou tedy v porovnání s dostupnými normami v nadprůměrné fyzické kondici a odpovídá tomu i jejich tělesný rozvoj. Důvodem budou pravděpodobně povinné fyzické prověrky, které tito jedinci pravidelně podstupují a jsou zaměřeny především na aerobní zdatnost.

4.4 Souhrnná doporučení

Na základě výsledků měření lze vyvodit několik závěrů pro případnou tvorbu metodických pokynů ke kontrole kondiční připravenosti členů HSČR.

1. Při pravidelných lékařských prohlídkách je v principu možné provádět kontrolu kondiční připravenosti členů HSČR a to za kontrolovaných laboratorních prohlídek.
2. Posuzovat tělesný rozvoj pouze pomocí BMI není u členů HSČR dostačující. Vhodnější by bylo kombinovat tuto metodu s určením procenta tělesného tuku.
3. Zvolený profil zátěžového testu je optimální pro jedince do 45 let. V případě starších kategorií navrhuje snížit celý profil o 0,5 W/kg. Výrazně nadprůměrné jedince je však možné nechat podstoupit náročnější prověrku.
4. Výkonnostní kritéria pro úspěšné absolvování kondičních prověrek mohou být nastavena přísněji než u BZS
5. Na profesionálního člena HSČR lze nahlížet jako na dobře kondičně vybaveného rekreačního sportovce. Někteří jedinci vykazují kvality dokonce sportovce výkonnostního a to i ti z vyšších věkových kategorií.

5 Závěr

Cílem diplomové práce bylo provést vyhodnocení úrovně tělesného rozvoje a aerobní zdatnosti profesionálních členů Horské služby ČR pomocí laboratorních funkčních zátěžových zkoušek.

Lze konstatovat, že úroveň tělesného rozvoje ve sledovaném souboru s věkem klesá. Podle BMI mají zhruba 2/3 záchranářů nadváhu. Vzhledem k jejich tělesné konstituci je však nutné přihlédnout k vyššímu rozvoji aktivní tělesné hmoty a zahrnout do hodnocení i procento tělesného tuku. Podle tohoto kritéria má nadváhu zhruba 1/3 profesionálních členů HSČR.

Maximální hodnota dosaženého výkonu s věkem pozvolna klesá. Při posuzování maximálního výkonu v testu jsme došli k závěru, že většina sledovaných jedinců je nadprůměrně dobře kondičně připravena. 71 % z nich dokázala vyšlapat alespoň 4 W/kg bez ohledu na to v jaké jsou věkové kategorii. Pouze kategorie nad 55 let se jeví jako fyzicky méně zdatná. Průměrný výkon této věkové kategorie je $(3,3 \pm 1,0)$ W/kg.

V přímé úměrnosti s maximálním dosaženým výkonem je doba trvání hlavní fáze testu. Výsledky ukazují, že původní nastavení profilu testu bylo správné a že nevyhovuje pouze testování nejstarší věkové kategorie. Zde byla průměrná doba testu $(2:48 \pm 1:07)$ minuty což neodpovídá doporučení (Placheta et al., 1999). Oproti tomu všechny nižší kategorie v průměru překročily čas 4:00 minuty.

Průměrná maximální srdeční frekvence dosažená jedincem v testu s přibývajícím věkem klesá. V souboru se tento parametr vyznačuje velkou variabilitou. Z hlediska průměrných hodnot v jednotlivých věkových kategoriích maximální srdeční frekvence přibližně kopíruje obecně známý vzorec pro její výpočet a to: $220 - \text{věk}$.

Maximální minutová spotřeba kyslíku je hlavním ukazatelem vytrvalostních schopností jedince. Ve sledovaném souboru stejně jako maximální výkon s rostoucím věkem klesá. Lze tedy konstatovat, že aerobní zdatnost profesionálních členů HSČR se s věkem snižuje.

Maximální hodnota koncentrace laktátu v kapilární krvi pozvolna klesá. U všech věkových kategorií překročila jeho průměrná hodnota koncentraci 10 mmol/l. Průměrná hodnota celého souboru činí $(11,4 \pm 2,5)$ mmol/l.

Celkově lze konstatovat, že tělesný rozvoj i aerobní zdatnost jsou u profesionálních členů HSČR na velmi dobré úrovni. Ve svých věkových kategoriích patří většinou k výkonnostně nadprůměrným jedincům.

Pro případnou standardizaci testů fyzické způsobilosti členu HSČR jsme vyvodili následující doporučení. Při testování tělesného rozvoje je třeba využívat metod ke stanovení tělesného tuk a při určování profilu zátěžového testu je třeba zohlednit nejstarší věkovou kategorii nad 55 let. Celková výkonnostní kritéria mohou být nastavena ostřeji než u BZS.

6 Seznam literatury

1. BUNC, V. *Pojetí tělesné zdatnosti a jejich složek*. TVSM 64,5. Praha: UK FTVS, 1995.
2. CARTER, L. *The Heath-Carter Anthropometric somatotype: instruction manual*. [online]. Surrey, Canada: San Diego State University. 2002 [2011- 03-14]. Dostupné z www: <<http://www.somatotype.org/methodology.php>>
3. CIDLINA, J. a kol. *Horská služba, pro členy a čekatele, učební texty*. Praha: Olympia, 1979. 21 s. ISBN 27-103-79.
4. CINGLOVÁ, L. *Vybrané kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty FTVS*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2002. s. 34-40. ISBN 80-246-0492-2.
5. COSMED USA, Inc. *Body Composition and Metabolism: Air Displacement Plethysmography*. [online]. 2011 [cit. 2011- 03- 20]. Dostupné z www: <<http://www.bodpod.com/bodycomp/landingAirDisplacement>>
6. ČELIKOVSKÝ, S. a kol. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. 3. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. ISBN 80-04-23248-5.
7. *Český červený kříž*. [online]. 1999 – 2009 [cit. 2011 – 03- 18]. Dostupné z www: <<http://www.cervenyriz.eu/cz/horskasluzba.aspx>>
8. DOBRÝ, L. Struktura zdravotně orientované zdatnosti. *Těl. Vých. Sport. Mlád.*, roč. 64, 1998, č. 2, s. 2-6.
9. GRULICHOVÁ, G. *Základní motorická výkonnost a volnočasová pohybová aktivita u dětí pubescentního věku*. (Diplomová práce) Liberec: TUL, 2008. 17-18 s.
10. HNÍZDIL, J. *Sportovní laboratoř: nabízené služby*. [online]. Katedra tělesné výchovy PF UJEP, 2009 [cit. 2011- 03- 20]. Dostupné z www: <<http://pf.ujep.cz/ktv/>>
11. HNÍZDIL, J. *Zdravotně orientovaná zdatnost*. 2003. Dostupné z www: <<http://www.pf.ujep.cz/ktv/hnizdil/antropo/zoz/zoz.html>>
12. *Horská služba České republiky*. [online]. [cit. 2011- 03- 14]. Dostupné z www: <http://www.hscr.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=537&Itemid=9>

13. CHALOUPKA, J. Přehled zdravotního stavu hasičů – záchranářů [online]. 1997-1999 [cit. 2011- 05- 05]. Dostupné z www:
<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/casopisy/150hori/2000/priloha/05_2000/chaloup.html>
14. KASA, J. Športová kinantropológia – Terminologický a výkladový slovník. 1. vyd. Bratislava: SVSTVŠ a FTVŠ UK, 2001. ISBN 80-968252-8-3.
15. KOMEŠTÍK, B. *Kinantropologie: diskuze o pojmech, výzkumu a studiu*. 1. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 1998. 65 s. ISBN 80-7041-686-6.
16. KROUPA, M., ŘÍHA, M. *Integrovaný záchranný systém*. Praha: Armex Publishing s.r.o, 2006. ISBN 80-86795-35-7.
17. MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J. *Fyziologie tělesných cvičení*. 1. vyd, Brno: Vydavatelství Masarykovy univerzity, 1997. 112s. ISBN 80-210-1604-3.
18. Ministerstvo pro místní rozvoj MMR [online]. [cit. 2011- 03- 23]. Dostupné z www:
<<http://www.mmr.cz/Kontakty/Primo-a-neprimo-rizene-organizace/Horska-sluzba-CR--o-p-s->>>
19. NOTNÝ, J. a kol. *Kapitoly sportovní medicíny*. [online]. [cit. 2011- 03- 23]. Dostupné z www:
<<http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/19-1-antropologie.html>>
20. NOVOSAD, J. Kondiční schopnosti. In *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: UP, 2005, III. část, s. 109-161.
21. PŘIDALOVÁ, M. *Funkční antropologie*. [online]. 2005 [cit. 2011- 03- 20]. Dostupné z www:
<http://www.is.muni.cz/el/1431/podzim2005/Bi8352/Reserse_Brno.doc>
22. SAMUHEL, S. *Horská služba tatranského národního parku*. Martin: Správa TANAP-u Tatranská Lomnica v Tlačiarňach SNP, 1990, s. 28. ISBN 80-900411-1-6.
23. SUCHOMEL, A. *Tělesné nezdatné děti školního věku*. 1.vyd. Liberec: Technická univerzita, 2006. ISBN 80-7372-140-6.
24. UJEP. *Přírodovědná fakulta. Katedra biologie. Metody antropologického výzkumu: studijní distanční text*. [online]. 2005 [cit. 2011- 03- 20]. Dostupné z www:

<http://biology.ujep.cz/vyuka/file.php/1/opory_ukazky/Metody%20antropologick%C1%A9ho%20v%C3%BDzkumu.pdf>

25. VILLIKUS, Z., BRANDEJSKÝ, P., NOVOTNÝ, V. *Tělovýchovné lékařství*. 1.vyd. Praha: Karolinum, 2004. s. 99-103. ISBN 80-246-0821-9.
26. VÍTEK, L. *Co je to somatotyp a jak ho měříme?* [online]. 2011 [cit. 2011- 02- 12]. Dostupné z www: <<http://www.sportvital.cz/zdravi/diagnostika/co-je-to-somatotyp-a-jak-ho-merime/>>

7 Přílohy

Seznam příloh:

Příloha 1: Souhrnné výsledky průzkumu zdravotního stavu příslušníků HZS

Příloha 2: Souhrnné výsledky zjišťování tělesného rozvoje a aerobní zdatnosti u profesionálních členů HSČR

Příloha 1: Souhrnné výsledky průzkumu zdravotního stavu příslušníků HZS v letech 1997 – 1999 (Chaloupka,1999)

Charakteristika vyšetřených osob

		Praxe (let)	Věk (let)	Váha (kg)	Výška (cm)	BMI (kg/m ²)	% tuku (%)	W/H
Průměr	Všichni	12,3	37,6	84,3	177,3	26,8	19,8	0,90
sd		9,1	10,2	12,0	6,8	3,5	4,6	0,06
Průměr	admin.	16,2	43,8	85,3	176,9	27,2	20,8	0,92
sd	n = 199	9,0	9,3	12,5	6,5	3,6	4,4	0,05
Průměr	výkonní	11,0	35,7	84,0	177,4	26,7	19,6	0,90
sd	n = 665	8,8	9,7	11,9	6,9	3,4	4,7	0,06
Statistická významnost p =		0,000	0,000	0,217	0,371	0,068	0,001	0,000

Pramen: www.aplikace.mvcr.cz

Srdeční frekvence, krevní tlak a fyzická zdatnost

		SF (p/min)	Tks (mmHg)	TKd (mmHg)	W170 (W)	W170 (%)	W170/kg (W/kg)	W170/kg (%)
Průměr	všichni	72,0	135,6	82,3	223,8	115,4	2,7	109,06
sd		12,7	15,6	9,7	49,7	25,5	0,6	24,45
Průměr	admin.	73,4	138,4	85,1	219,0	112,7	2,6	105,74
sd	n = 199	12,5	18,3	9,9	48,8	24,6	0,6	22,16
Průměr	výkonní	71,6	134,8	81,5	225,0	116,0	2,7	109,89
sd	n = 665	12,7	14,6	9,5	49,8	25,6	0,6	24,92
Statistická významnost p =		0,084	0,013	0,000	0,201	0,164	0,031	0,055

Pramen: www.aplikace.mvcr.cz

Antropomotorické ukazatele podle věku vyšetřených osob

		Praxe (let)	Věk (let)	Váha (kg)	Výška (cm)	BMI (kg/m ²)	% tuku (%)	W/H
Průměr	< 30 let	4,4	25,8	81,3	178,4	25,5	17,8	0,86
sd	n = 233	2,3	2,4	11,2	6,4	3,3	4,9	0,05
Průměr	< 40 let	8,0	33,8	84,0	178,0	26,5	20,0	0,90
sd	n = 276	3,4	2,7	11,6	7,1	3,2	4,5	0,05
Průměr	< 50 let	18,4	45,1	86,9	176,6	27,8	20,9	0,93
sd	n = 210	6,3	2,9	12,6	6,4	3,5	4,3	0,05
Průměr	> 50 let	25,3	53,3	86,2	175,1	28,1	21,2	0,94
sd	n = 144	7,0	3,0	11,9	6,7	3,4	3,8	0,05
Procento nevyhovujících osob podle věku								
	< 30 let					6,9	36,1	0,0
	30 – 39 let					13,8	50,7	0,8
	40 – 49 let					25,7	59,8	8,8
	> 50 let					25,4	66,2	9,7

Pramen: www.aplikace.mvcr.cz

Příloha 2: Souhrnné výsledky zjišťování tělesného rozvoje a aerobní zdatnosti u profesionálních členů HSČR

věk r.	výška cm	hmot. kg	ATH kg	tuk %	BMI kg/m ²	MAX										LA
						čas	Watt	W/kg	TF	VO 2	O2/kg	VE	DF	%VC		
1	2	3	4	5	6	7	8	9								
26	194	82,9	71,3	14	22	5:20	415	5	163	3756	45,3	130	47	44,5	10,2	
26	183	80	66,1	17	23,9	4:00	320	4	184	4242	52	143	52	45,1	12,6	
27	169	63,5	53	16	22,2	6:30	350	5,6	197	4677	74,2	119	40	62	7,4	
30	180	86,6	74,4	14	26,7	5:00	390	4,5	186	5700	66,3	214	59	63	11,7	
30	177	82,5	66,6	22	27,2	4:30	420	4,9	189	4432	52	109	46	47,4	15,6	
31	173	70,5	58,2	17	23,6	7:10	425	6	202	4749	67,2	146	47	57,6	12	
33	182	76,2	67	12	23	6:15	420	5,5	202	4510	59	134	52	43,3	14,4	
34	172	73,2	66,8	9	24,7	7:02	405	5,5	194	5200	71	182	53	61		
34	185	83	68,7	17	24,3	4:51	375	4,5	191	4505	53,4	157	45	60,9	15,1	
35	170	72	59,5	17	24,9	5:00	325	4,5	192	3726	51,7	118	56	54	9,9	
35	183	84	69,8	17	25,1	5:40	420	5	174	4990	59,5	174	55	56,6	10,9	
35	178	91,7	75,5	18	28,9	4:00	415	4,5	180	4500	49,1	155	48	61	14,9	
35	181	82,5	71	14	25,2	6:05	430	5,2	177	5500	66,3	182	62	60	14,8	
37	174	84,2	63,1	25	27,8	5:00	380	4,5	186	3901	46,3	150	57	46,2	14	
37	184	89,8	73,1	19	26,5	3:00	349	3,5	191	4418	44,3	130	36	70	8	
37	178	61,5	49,8	19	19,4	5:00	278	4,5	184	3752	61	130	39	61,8	11,7	
39	173	83	66,9	19	27,7	2:16	290	3,5	180	3064	36,9	87	32	58	6,7	
39	174	74	60,1	19	24,4	5:17	375	5	212	3968	53,2	114	42	62	12,3	
40	174	79	61,5	22	26,1	4:00	320	4,1	177	3659	46,3	129	48	56,2	12,8	
40	170	69	57,5	17	23,5	5:00	312	4,5	175	3100	44,7	103	47	45	10,9	
41	178	65,5	57,5	12	20,7	4:48	297	4,5	182	3629	55,4	127	43	49,2	14,6	
41	182	79,8	62,4	22	24,1	4:00	320	4	182	4067	51	143	51	49	11	
42	173	78,2	64,1	18	26,1	4:00	315	4	192	4000	51,4	140	48	61	13,2	
42	187	79,5	67,8	15	22,7	4:15	360	4,5	167	3650	46	130	38	57	7,9	
42	183	82,2	64,8	21	24,5	6:00	217	5	192	5000	61,2	217	62	64	11,2	
42	180	96,5	82,6	14	29,8	3:30	390	4	180	3942	40,9	145	51	46,7	11	
42	179	83,4	73,8	12	26	6:00	420	5	192	3950	47,4	145	65	41	13,9	
43	175	82	64,7	21	26,8	6:02	410	5	182	5000	60,7	155	64	58		
43	188	89	71,4	20	25,2	4:09	400	4,5	182	4200	46,8	147	41	56		
43	178	72,5	62	14	22,9	6:15	400	5,5	165	4043	56	148	55	40,8	14,2	
44	186	98,6	78	21	28,5	4:00	435	4,4	151	4827	49,3	118	34	51	7,9	
45	183	82,5	65,1	21	24,6	5:40	410	5	177	4450	54,3	136	44	50	14,1	
46	171	90,5	63,7	30	30,9	4:00	365	4	178	3900	43,2	127	66	47		
49	178	73	61,8	15	23	6:30	402	5,5	192	4242	58,1	128	54	52	14,9	
50	169	69,5	60,3	13	24,3	5:06	313	4,5	180	3800	54,7	130	45	58	13,6	
50	173	80,5	67,5	16	26,9	4:15	360	4,5	192	3951	49,4	119	41	67	11,7	
51	174	71	66,1	7	23,2	6:00	390	5,5	189	4770	67,2	151	52	55		
51	170	79,3	67	16	27,4	4:00	320	4	180	3730	47	140	61	47	12	
51	189	92,5	76,1	18	25,9	5:00	420	4,5	180	4300	46,5	152	60	51	12,1	
51	184	104	77,8	25	30,6	2:21	345	3,3	173	4077	39,4	141	47	49	10,7	
53	167	73	62,4	14	26,2	2:15	295	4	163	3737	51,2	114	34	83	11,9	
53	176	81	68,9	15	26,1	2:18	285	3,5	175	3050	37,6	101	41	53	10,3	
53	175	91,1	71,2	22	29,7	2.00	275	3	165	3770	41,4	135	50	60		
55	183	98	75,9	23	29,3		245	2,5	157	2700	27,7	81	31	56	5,8	
56	182	89,5	73,5	18	27	3:00	335	3,5	142	3450	38,8	117	36	58	10,3	
56	164	83,2	68,9	17	30,9	2:00	250	3	187	3630	43,7	115	48	61	11,6	
56	183	93,6	77	18	27,9	2:14	325	3,5	169	3194	34,3	109	34	65,4	11,7	

56	186	104	72,8	30	29,9	2:00	310	3	184	3500	34,2	128	55	46	11,9
57	169	65	55,9	14	22,8	4:00	260	4	182	2700	41	105	58	51	15
57	179	102	62,4	35	31,8		208	2	158	3100	30,2	101	38	58	7,6
58	170	70,8	64,8	9	24,5	4:11	320	4,5	189	2760	39	80	34	55	9,6
59	170	88	69	22	30,4	1:59	265	3	178	3651	41,5	118	51	55	11,6
59	169	75,2	59,9	20	26,3	4:00	300	4,5	169	3600	48	133	58	69	
59	179	88,5	64,9	27	31										
59	177	80,9	72,1	11	25,5	5:30	400	5	169	4300	53,8	135	45	56	11,2
59	171	80,5	59,2	27	27,5	2:07	280	3,5	169	2980	37,3	100	39	74	10,1
60	181	141	96,1	32	43	2:37	265	1,2		3650		106	39	59	7,9
60	181	80	68,8	14	24,4	2:00	200	2,5	163	3070	38,4	107	36	68	10
60	179	88	68,4	22	27,5										
60	153	66	55,8	15	28,2	2:09	235	3,6	171	2736	41,5	76	32	71	5,8
61	172	85,9	67,7	21	29	1:34	260	3	160	3433	40	143	55	69,1	9

do 35 let

do 45 let

do 55 let

Nad 55 let